



# ATLAS DE RIESGOS



SAN MIGUEL XOXTLA

Gobierno Municipal 2011-2014

## SAN MIGUEL

## XOXTLA<sub>2012</sub>



Fecha: NOVIEMBRE 2012

Desarrollo de Proyectos de Gobernabilidad, S.C.

Av. del Parque 83-501, Nápoles 03810. México DF



## CRÉDITOS

### **C. PRESIDENTE MUNICIPAL**

Raúl Hernández Villafán

### **Elaborado por**

**DESARROLLO DE PROYECTOS DE GOBERNABILIDAD, Municipium, SC**

### **Clúster de la empresa**

### **LÍDER DE PROYECTO**

Lic. Hugo González Gutiérrez

### **INVESTIGADORES COLABORADORES**

Lic. en Geografía, Abigail Reyes Velázquez

Lic. en Geografía, Daniela Romero Rico

Dr. Juan Ansberto Cruz Gerón

C. Juan Roberto Pérez Ruiz

D. A. H. Víctor Salas Cruz

Contenido	
1.1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS .....	4
1.3. OBJETIVO .....	6
1.4. ALCANCES .....	6
1.5. METODOLOGÍA GENERAL .....	7
1.6. CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO .....	8
1.7. MARCO JURÍDICO.....	9
CAPÍTULO II.....	10
2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	10
2.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ANÁLISIS.....	12
CAPÍTULO III .....	13
3.1. FISIOGRAFÍA.....	13
3.2. GEOLOGÍA .....	14
3.3. GEOMORFOLOGÍA .....	15
3.4. EDAFOLOGÍA .....	16
3.5. HIDROGRAFÍA.....	17
3.6. CLIMATOLOGÍA.....	18
3.7. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN.....	19
3.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	21
3.9. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.....	21
CAPÍTULO IV.....	22
4.1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN .....	22
4.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	27
4.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA.....	33
CAPÍTULO V .....	35
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL.....	35
5.1. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO .....	35
5.1.1. FALLAS Y FRACTURAS .....	35
5.1.2. SISMOS .....	37
5.1.3. TSUNAMIS O MAREMOTOS .....	39
5.1.4. VULCANISMO .....	40
5.1.5. PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA (DESLIZAMIENTOS, DERRUMBES Y FLUJOS) .....	41
5.1.6. HUNDIMIENTOS .....	41
5.1.7. EROSIÓN.....	42
5.2. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO .....	43
5.2.1. CICLONES (HURACANES Y ONDAS TROPICALES) .....	44
5.2.2. TORMENTAS ELÉCTRICAS .....	45
5.2.3. SEQUÍAS .....	46
5.2.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS .....	47
5.2.5. VIENTOS FUERTES .....	48
5.2.6. INUNDACIONES.....	49
5.2.7. MASAS DE AIRE (GRANIZO, HELADAS Y NEVADAS).....	63



SAN MIGUEL XOXTLA  
Gobierno Municipal 2011-2014

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES



Miguel Xoxtla, conjuntaron esfuerzos para que, en el marco del Programa Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos, la población contara con el presente Atlas de Riesgos.

Los efectos de los fenómenos naturales muestran la falta de planeación y la clara desorganización entre el crecimiento de los asentamientos humanos y las características propias del territorio nacional, evitando un desarrollo integral de las comunidades. El crecimiento económico y la inversión en la infraestructura pública, se puede ver seriamente afectado por el impacto de estos fenómenos.

A través de este instrumento el Municipio de San Miguel Xoxtla, contará con un estudio que le permitirá a las autoridades y a la población tener una base para conocer las características físicas de su territorio, la identificación de la información geográfica de los fenómenos hidrometeorológicos y geológicos, conocerán las zonas expuestas a peligros y definirá las características de la población con sus viviendas ubicadas en estas zonas.

Con este Atlas de riesgos, tendrán la referencia adecuada para la expansión de los asentamientos humanos permitiéndoles una adecuada toma de decisiones y de desarrollo hacia zonas aptas, alineándose a los preceptos primordiales del ordenamiento del territorio.

El contenido esencial de este documento consiste en la identificación de riesgos, peligros y vulnerabilidad ante fenómenos perturbadores de origen natural, apegados a las “Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgo y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo” (Bases), establecidas por la SEDESOL, además de la metodología empleada por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

### 1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Siendo que el área de estudio es uno de los municipios más pequeños del Estado de Puebla, sus antecedentes -en cuanto a fenómenos naturales se refiere- no son numerosos; lo anterior aunado a que el

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Derivado del incremento en recurrencia y magnitud de los fenómenos naturales, ha sido de vital importancia que los gobiernos municipales cuenten con instrumentos de planeación en materia de prevención que les permita tener una inmediata reacción ante las eventuales contingencias que un fenómeno natural suele ocasionar, por tal motivo, La Secretaría de Desarrollo Social y el Municipio de San



Municipio no se encuentra en una zona de pendientes prominentes (no presenta ningún accidente geográfico de importancia), grandes cauces fluviales, terreno de alta aceleración ni cerca de costa alguna es certero mencionar que los principales fenómenos naturales que han interferido con el ritmo de vida normal del Municipio se deben a aquellos que tienen que ver con incipientes procesos de inundación, dichos procesos se dan por la localización de Xoxtla en la cuenca alta del Atoyac, una de las más importantes del Estado y que tiene su nacimiento en la vertiente oriental de la Sierra Nevada.

El **Atlas Estatal de Peligros de Puebla**, identifica a todo el territorio municipal con peligros en un nivel bajo a fenómenos geológicos e hidrometeorológicos. Sin embargo la delimitación, detalle y precisión de las zonas de probable peligro tiene una escala muy grande, por lo cual la precisión que se requiere para determinar con exactitud zonas de peligro será desarrollada en el presente instrumento.

Es importante mencionar que al noreste es, atravesado por el canal Tlapala, que posteriormente se une al Atoyac, el escurrimiento conocido como el Rabanillo también discurre por el Municipio y junto con los arriba mencionados; fuera del río Atoyac no cuenta con corrientes permanentes. De los escurrimientos arriba mencionados en la temporada de lluvias éstos pueden sobrepasar su nivel de aguas máximo y desbordan hacia las partes más cercanas, inundaciones que el Municipio palia con la construcción de colectores y obras hidráulicas; en Xoxtla eventualmente se presentan emergencias debidas a las exhalaciones ígneas del Popocatepetl que han cubierto el Municipio con algunos centímetros de cenizas.

No obstante se realizaron las mediciones, modelos y recorridos necesarios para la rectificación de los datos obtenidos en gabinete, esta información se integrará en el Capítulo V de este instrumento. En lo tocante a fenómenos relacionados con el clima y sus meteoros, en el Municipio se presentan eventuales granizadas en la temporada de lluvias como la reportada en julio de 2006.

San Miguel se localiza en la zona B de la Regionalización Sísmica de México de la Comisión Federal de Electricidad. Ello implica una peligrosidad media dado que las aceleraciones del terreno no superan una el 70% de g. Sin embargo, dicho grado de peligrosidad puede aumentar dadas las condiciones de la sismicidad local y considerando las referencias históricas en las cuales Puebla ha sido escenario de diversa actividad sísmica local como cuando en julio de 1999 se presentó fuerte sismo.

El 17 de agosto de 2006 se emite una DECLARATORIA de Contingencia Climatológica para efectos de las Reglas de Operación del Fondo para Atender a la Población Rural Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC) en virtud de los daños a consecuencia de la granizada que afectó a San Miguel el 2 de julio de 2006.<sup>1</sup>

El 27 de diciembre de 1999 en el diario oficial de la federación se declara como zona de desastre por el sismo registrado el 17 de Junio del mismo año.<sup>2</sup>

El 30 de enero de 2012 se empezó la construcción de un colector en Santa María Coronango, con el cual se pretende terminar con las inundaciones en varios sitios entre ellos en San Miguel Xoxtla en la zona que colinda con el periférico.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>[http://ordenjuridicodemo.segob.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SAGARPA/Declaratorias/2006/17082006\(1\).pdf](http://ordenjuridicodemo.segob.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SAGARPA/Declaratorias/2006/17082006(1).pdf)

<sup>2</sup><http://201.147.98.8/dofdia/pdf99/27DIC99.PDF>

<sup>3</sup>[http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CEkQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.sf.pue.gob.mx%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_phocadownload%26view%3Dcategory%26id%3D42%3A%26download%3D341%3A2011%26Itemid%3D98&ei=thuPUO2rK\\_H22QXs-YCgDA&usq=AFOjCNGhoegP-w3BIAzvH1OsUenvxvnoNw&sig2=LXCp48zTaBAhEfGhp\\_yWSQ](http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CEkQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.sf.pue.gob.mx%2Findex.php%3Foption%3Dcom_phocadownload%26view%3Dcategory%26id%3D42%3A%26download%3D341%3A2011%26Itemid%3D98&ei=thuPUO2rK_H22QXs-YCgDA&usq=AFOjCNGhoegP-w3BIAzvH1OsUenvxvnoNw&sig2=LXCp48zTaBAhEfGhp_yWSQ)



los asentamientos humanos y sobre el resto del territorio ayudando a detectar, bajo instrumentos técnicos y tecnológicos, el peligro y los riesgos, La importancia es tal, no sólo por su presencia económica y demográfica, sino principalmente por su gente, que apuesta por un desarrollo de vida sustentable y, especialmente, seguro.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y describir los peligros naturales en el marco de las Bases que establece la Secretaría de Desarrollo Social
- Generar y representar la información temática de las zonas vulnerables
- Identificar y representar cartográficamente los niveles de riesgos por fenómenos naturales y definir medidas de prevención y mitigación a implementar
- Hacer posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afecta al territorio de San Miguel Xoxtla para que las autoridades competentes puedan definir esquemas de prevención, planeación y gestión del riesgo, con el fin de garantizar un desarrollo ordenado, evitando los asentamientos humanos en inseguras o que presenten alguna amenaza a su integridad y a la infraestructura pública
- Obtener instrumentos de información confiable y capaz de integrarse a una base de datos nacional

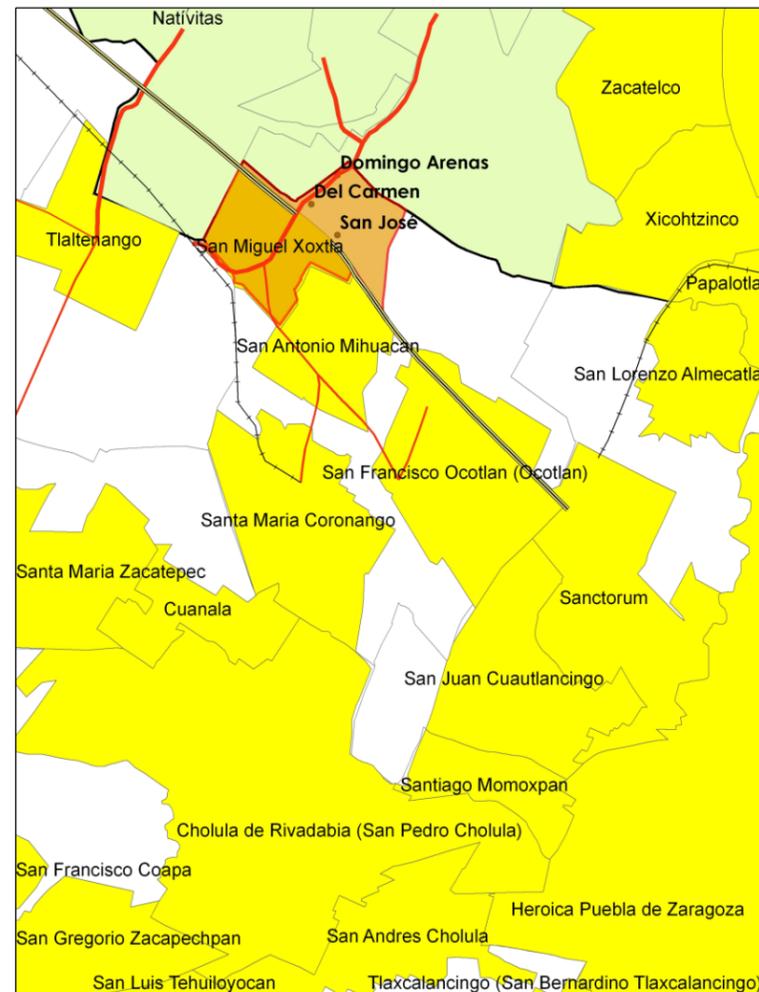


Ilustración 1. San Miguel Xoxtla

### 1.3. OBJETIVO

El objeto del presente Atlas de Riesgos nace del interés del Municipio de San Miguel Xoxtla para que, bajo la experiencia de un grupo de especialistas en diferentes disciplinas relacionadas con la geografía, el medio ambiente; así como en sistemas de información geográfica a fin de contar con un estudio con el que identificarán el grado de peligro que causan a su territorio los fenómenos meteorológicos y geológicos sobre

### 1.4. ALCANCES

Elaboración de un Atlas de Riesgos del Municipio de San Miguel Xoxtla, en versión impresa y electrónica. El estudio presenta dos etapas cronológicas de elaboración:

Primera etapa:

Lo que se presenta en dicha etapa es el resultado del acopio de información bibliográfica, temática, cartográfica, entrevistas con la ciudadanía e informantes clave del gobierno municipal de San Miguel Xoxtla.

Segunda etapa:

Integra la descripción de los peligros, tal y como son definidos por las Bases y será la síntesis de la información y datos recopilados durante la primera etapa.

Para consultar el Atlas, se incluirán los metadatos, memoria fotográfica, fichas de campo, glosarios, bibliografía, shapes (coberturas geográficas), archivos de tipo “kml” y “kmz” (legibles a través de la plataforma pública de Google Earth), tablas de atributos, modelos raster y demás información de apoyo empleada para la conformación de este documento.

## 1.5. METODOLOGÍA GENERAL

El Atlas de Riesgo se elaboró bajo un esquema:

- Identificación de los fenómenos naturales que puedan afectar la zona de estudio
- Determinación de la zona del peligro asociado a los fenómenos identificados
- Identificación de los sistemas expuestos y su vulnerabilidad
- Evaluación de los diferentes niveles de riesgo asociado al tipo de fenómeno natural
- Integración de la información sobre los fenómenos naturales, peligro, vulnerabilidad y riesgo considerando los recursos técnicos y humanos.

De manera detallada, se desglosa en dos fases:

Fase 1:

Se representa el nivel más básico de estudio y obtención de información, el cual, de manera progresiva aumenta la complejidad de acuerdo a las características de la zona de estudio.

Se elaboró un diagnóstico para representar el peligro ante las amenazas de los fenómenos naturales que se mencionan en las Bases, analizando como convergen en el territorio del Municipio. Para la realización de este análisis, se llevó a cabo una investigación con fuentes hemerográficas por el equipo de especialistas, a fin de contar con información que sirva de base para las subsecuentes visitas a campo como reconocimiento y acierto de la información con que se cuenta.

Parte de la información que se concentra en gabinete y que se refiere a la parte cartográfica, que también es información soporte para el trabajo de reconocimiento en campo, es obtenida en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Se generó un análisis espacial con las escalas más comunes (1:250,000, 1:100,000, 1:50,000, 1:20000, según la disposición por tema), coberturas de la CONAGUA, el Inventario Nacional Forestal y del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), imágenes de Google Earth, ortofotos de la zona de estudio y documentación del CENAPRED.

Fase 2:

Una vez identificado y descrito cada fenómeno perturbador, se establece la vulnerabilidad de la población y la infraestructura ante los peligros. Para ello se recogerán evidencias en campo, además, se recogerá la percepción e información de los habitantes con respecto a la presencia del proceso perturbador, el origen, actividad, eventos detonadores del movimiento

Cuando se contó con el primer análisis de acercamiento a los fenómenos naturales que se presentan en el Municipio de San Miguel Xoxtla, se elaboró un diagnóstico con la información recopilada, identificando las amenazas hidrológicas, sísmicas, forestales y geológicas con los que se obtuvo la identificación de los peligros y su asociación con los ámbitos social, productivo, de infraestructura básica, que a través de un análisis, se determinó una estimación cercana a la vulnerabilidad.

En los ámbitos descritos se identificó la función del riesgo, mismo que será representado territorialmente en un sistema de información geográfica, para lo cual se requiere de las herramientas de software y hardware adecuadas, esto en la medida que la información disponible permita ser representada no solo

para generar imágenes estáticas, sino las coberturas generadas serán parte de procesos dinámicos, ya que la representación del riesgo en un sistema cartográfico, requiere la comprensión de la relación que guardan entre sí los conceptos de amenaza o peligro, vulnerabilidad y riesgo.

Esta serie de pasos involucra procesos que se desarrollaron durante la elaboración del Atlas. Los mismos se representaron en diferentes niveles de estudio. Los niveles cartográficos para representar los temas de peligro, vulnerabilidad y riesgo se apegaron a los 3 niveles de escalas que se determinan y desarrollan en el Capítulo II de este documento.

Para la vulnerabilidad social se desarrollaron análisis de información geoestadística básica del Municipio de San Miguel Xoxtla, en el que nos podemos con los indicadores del Consejo Nacional de Evaluación de la política de Desarrollo Social (CONEVAL) a partir de los datos del Censo de Población y Vivienda (INEGI) 2010.

Para describir y detectar las zonas y niveles de riesgo, a fin de presentarlas en sistemas cartográficos la determinación del riesgo, se debe considerar que el riesgo es el resultado del análisis del peligro y la vulnerabilidad. Una de las herramientas de mayor utilidad para la toma de decisiones es la construcción de escenarios en los que se detectan las zonas con niveles de riesgo elevados, en términos, de las pérdidas monetarias de las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia de un fenómeno. Otras medidas de riesgo pueden ser, los metros cuadrados perdidos de construcción, el número de pérdidas humanas, etc.

La integración de la información sobre los fenómenos naturales, peligro, vulnerabilidad y riesgo se realizará en un sistema de información geográfica que haga posible la consulta y análisis de la información de los diferentes peligros de origen natural que afecta al territorio de San Miguel Xoxtla, de manera que sea posible de integrarse a una base de datos nacional.

## 1.6. CONTENIDO DEL ATLAS DE RIESGO

Para la elaboración del Atlas se sujetó a los lineamientos estipulados en las Bases emitidas por la SEDESOL, las cuales establecen que se deberá integrar de dos elementos principales, un documento y un sistema de información geográfica (SIG.).

El documento a que se hace alusión, se conforma de cinco capítulos y un anexo.

El capítulo 1:

Comprende de forma breve la problemática relacionadas con peligros de origen natural históricos. Este apartado contiene todos los antecedentes y evidencias de eventos desastrosos en el Municipio de San Miguel Xoxtla.

El capítulo 2:

Se identifica la poligonal del Municipio en el que se describirán los elementos de la infraestructura básica tales como carreteras, caminos, líneas de conducción eléctrica, etcétera. Se describirán los problemas generales, proyectos viales, afectaciones, derechos de vía y estado de conservación de áreas naturales.

El capítulo 3:

Se analizan los elementos que conforman al medio físico del Municipio de San Miguel Xoxtla, a partir de las características naturales de la zona: fisiografía, geología, geomorfología, edafología, hidrología, climatología, uso de suelo y vegetación, áreas naturales protegidas, problemática ambiental.

El capítulo 4:

Se desarrolla una caracterización general demográfica, social y económica del Municipio de San Miguel Xoxtla, con los indicadores básicos que revelan las condiciones generales del estado que éste guarda, los cuales describirán entre otros fenómenos la dinámica geográfica, la distribución de la población, la mortalidad, y la densidad de la población, entre otros.

El capítulo 5:

Analiza cada uno de los fenómenos de origen natural, identifica su periodicidad, área de ocurrencia, y grado o nivel de impacto sobre el sistema afectable para zonificar áreas de determinada vulnerabilidad en la zona de estudio. Toda vez que se ha identificado la zona de peligros y vulnerabilidad, se hará la localización de los mismos en el Sistema de Información Geográfica para determinar las zonas de riesgos ante cada fenómeno

### 1.7. MARCO JURÍDICO

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Art. 25, 26 115 fracción V.
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Puebla. Art. 105
- Ley General de Desarrollo Social: Art. 14, 17 y 19.
- Ley General de Protección Civil: Art. 14 fracción VI.
- Ley Orgánica Municipal Art. 14, fracción XLV.
- Ley del Sistema Estatal de Protección Civil. Definición de Atlas de Riesgos: Art. 30 fracción IX; Art. 65
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Eje 3
- Programa Sectorial de Desarrollo Social: Estrategia 3.4
- Plan de Desarrollo Estatal 2011-2017, tema 1.6, objetivo 2



SAN MIGUEL XOXTLA  
Gobierno Municipal 2011-2014

## CAPÍTULO II

# DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO



geográfico que es necesario atender desde los niveles de estudio que abarquen más allá del límite administrativo-político del ayuntamiento. Como referencia del Municipio, se señala que San Miguel Xoxtla se localiza en la porción meridional del Valle de Puebla, el cual constituye el sector principal de la altiplanicie poblana. Presenta una topografía poblana, con una altura promedio de 2190 metros sobre el nivel del mar; no presenta ningún rasgo orográfico de importancia. Sus coordenadas geográficas son los paralelos  $19^{\circ} 07' 42''$  -  $19^{\circ} 11' 12''$  de latitud Norte y los meridianos  $98^{\circ} 17' 36''$  -  $98^{\circ} 21' 00''$  de longitud occidental. El Municipio colinda al Norte con estado de Tlaxcala, al Sur con el Municipio de Juan C. Bonilla, al Este con el Municipio de Coronango, al Oeste con el Municipio de Tlaltenango.

Para mitigar la condicionante del límite administrativo-político de San Miguel (ante estudios con límites geográficos mucho mayores que el político), se estructura partir de la aplicación de métodos y técnicas de análisis de organización territorial- una clasificación de niveles de aproximación geográfica con diferentes escalas y mapas de salida que se emplean en el presente documento. A partir de la estructuración geográfica antes mencionada, se concluyó que es necesario contar con por lo menos 3 niveles de análisis espacial, que son:

- Cuenca hidrográfica (temas generales)
- Límite municipal (peligros y riesgos nivel municipal)
- Traza urbana o de manzanas (peligros y riesgos nivel detalle)

### 2.1. DETERMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Municipio de San Miguel Xoxtla tiene una superficie de 29 .35 km<sup>2</sup> lo que exige que el nivel de estudio sea a escalas geográficas no mayores de 1:30,000. Dichas escalas tienen como virtud que el detalle de apreciación es de muy alto nivel. Para la zona de estudio inicial del presente Atlas de riesgos, convergen características geológicas, edáficas, fisiográficas e hidráulicas del mismo, son parte de un continuo

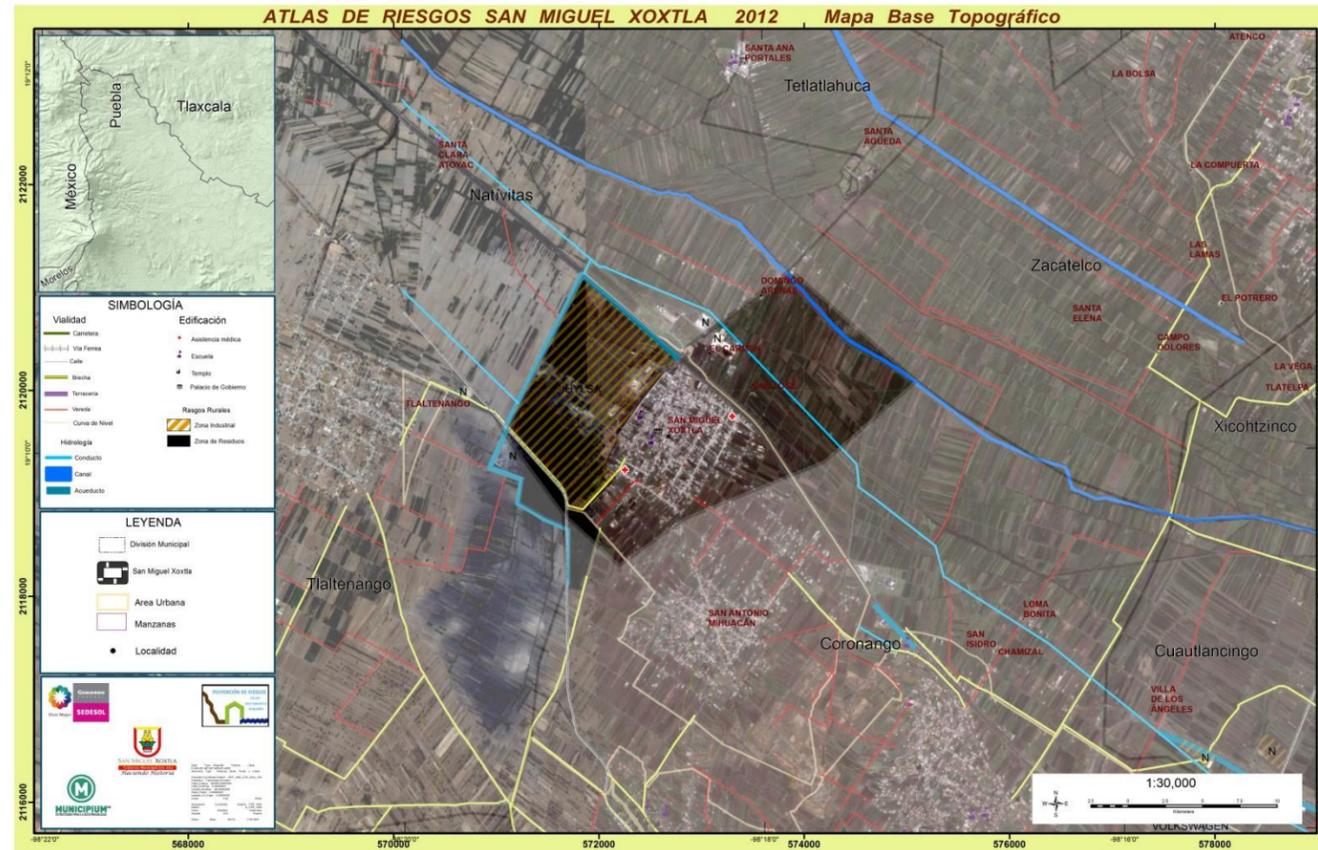


Ilustración 2. San Miguel Xoxtla



Ilustración 3. Mapa Base municipal

El nivel de cuenca hidrográfica es una aproximación a las características naturales del continuo natural que se enmarca dentro de la unidad de captación de agua de un escurrimiento. Es decir que en este nivel no sólo se contemplan los límites políticos administrativos de San Miguel Xoxtla, sino que se incorpora a la visión cartográfica muchos de los municipios al Oeste y noroeste del Municipio.

En el nivel municipal se identificaron las zonas de alto impacto de riesgo como son en las inundaciones, erosión de suelo y depósito de sedimentos.

En la cartografía, se observa la superficie perimetral del Municipio, la cual fue delimitada por el INEGI en su Marco Geoestadístico Municipal 2005 y en la que se puede visualizar las principales vías de comunicación, hidrología y curvas de nivel a una escala de 1:15,000 mediante una representación lineal de dichos rasgos, de igual manera es posible visualizar las áreas urbanas.

En la Ilustración se aprecia el mapa topográfico a nivel municipal, es posible visualizar la delimitación del área municipal y los rasgos urbanos mencionados en el párrafo anterior.

El análisis a nivel de “límite municipal” será empleado para delimitar los peligros en primer nivel, a partir de éste y con relación a las características de los asentamientos dentro de la zona, se visualizan los peligros Geológicos e Hidrometeorológicos a nivel puntual y las áreas determinadas en los niveles siguientes, por ejemplo: las inundaciones se delimitarán de forma puntual para contar con la determinación municipal de peligros.

El nivel traza Urbana se considera una identificación, evaluación y valoración de las construcciones de manera cualitativa y cuantitativa.

## 2.2. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ANÁLISIS

Dentro de la evaluación del riesgo es necesario alcanzar un nivel razonable de profundidad en torno a los objetivos que se persiguen en este estudio, y asegurar un nivel mínimo que permita medir y evaluar la peligrosidad de un fenómeno y su respectivo riesgo, por tanto en la Tabla 1 se determinan los niveles de profundidad a los que se llegará en este estudio, en apego a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2012.

Los resultados obtenidos del análisis de cada fenómeno, van a permitir a las autoridades municipales y los expertos en cada tema proponer alguno de los métodos para el tratamiento de los riesgos (medidas de mitigación), que involucra identificar el conjunto de opciones que existen para prevenir y mitigar los riesgos, evaluarlos, preparar planes y ejecutarlos.



Ilustración 4. Mapa ‘manzanero’ con base en orto foto

Tabla 1. Nivel de análisis		
Nivel de análisis*	Fenómeno	Escala
1	Fallas y Fracturas	1:15,000 (municipal)
2	Sismos	1:15,000 (municipal)
1	Tsunamis o maremotos	1:10000,000 (nacional)
1	Vulcanismo	1:150,000 (regional)
1	Procesos de remoción en masa (deslizamientos, derrumbes y flujos)	1:15,000 (municipal)
2	Hundimientos	1:15,000 (municipal)
1	Erosión	1:15,000 (municipal)
1	Ciclones (Huracanes y ondas tropicales)	1:15,000 (municipal)
1	Tormentas eléctricas	1:15,000 (municipal)
1	Sequías	1:15,000 (municipal)
1	Temperaturas máximas extremas	1:15,000 (municipal)
1	Vientos Fuertes	1:15,000 (municipal)
3**	Inundaciones	1:5,000 (manzana)
1	Masas de aire (heladas, granizo y nevadas)	1:15,000 (municipal)

\*Nivel de análisis e acuerdo a las Bases para la Estandarización en la Elaboración de Atlas de Riesgos y Catálogo de Datos Geográficos para Representar el Riesgo 2012.  
\*\* Se realizará adicionalmente un estudio hidráulico de la infraestructura municipal.

## CAPÍTULO III

# CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL



### 3.1. FISIOGRAFÍA

San Miguel Xoxtla, Puebla representa el 100% en zona morfológica que es el Eje Neovolcánico que se localiza en todo el Municipio. El Municipio se localiza en la porción meridional del Valle de Puebla, el cual constituye el sector principal de la altiplanicie poblana. Presenta una topografía poblana, con una altura promedio de 2190 metros sobre el nivel del mar; no presenta ningún accidente orográfico de importancia.

**Tabla 2. Fisiografía**

Provincia	Porcentaje %
Eje Neovolcánico	100%

Fuente: INEGI 2010

En la provincia del Eje Neovolcánico podemos localizar la sub provincia Lagos y Volcanes de Anahuac que cubre el 100% de la superficie del Municipio es ta sub provincia se caracteriza por sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas, en su mayoría, por vasos lacustres, San Miguel Xoxtla se localiza en una de estas aplias llanuras.

Colinda al Norte con el estado de Tlaxcala; al Este con el estado de Tlaxcala y el Municipio de Coronango; al Sur con los municipios de Coronango y Tlaltenango; al Oeste con el Municipio de Tlaltenango y el estado de Tlaxcala. Tiene una superficie de 29.35 kilómetros cuadrados que lo ubica en el lugar 195 con respecto a los demás municipios del estado.

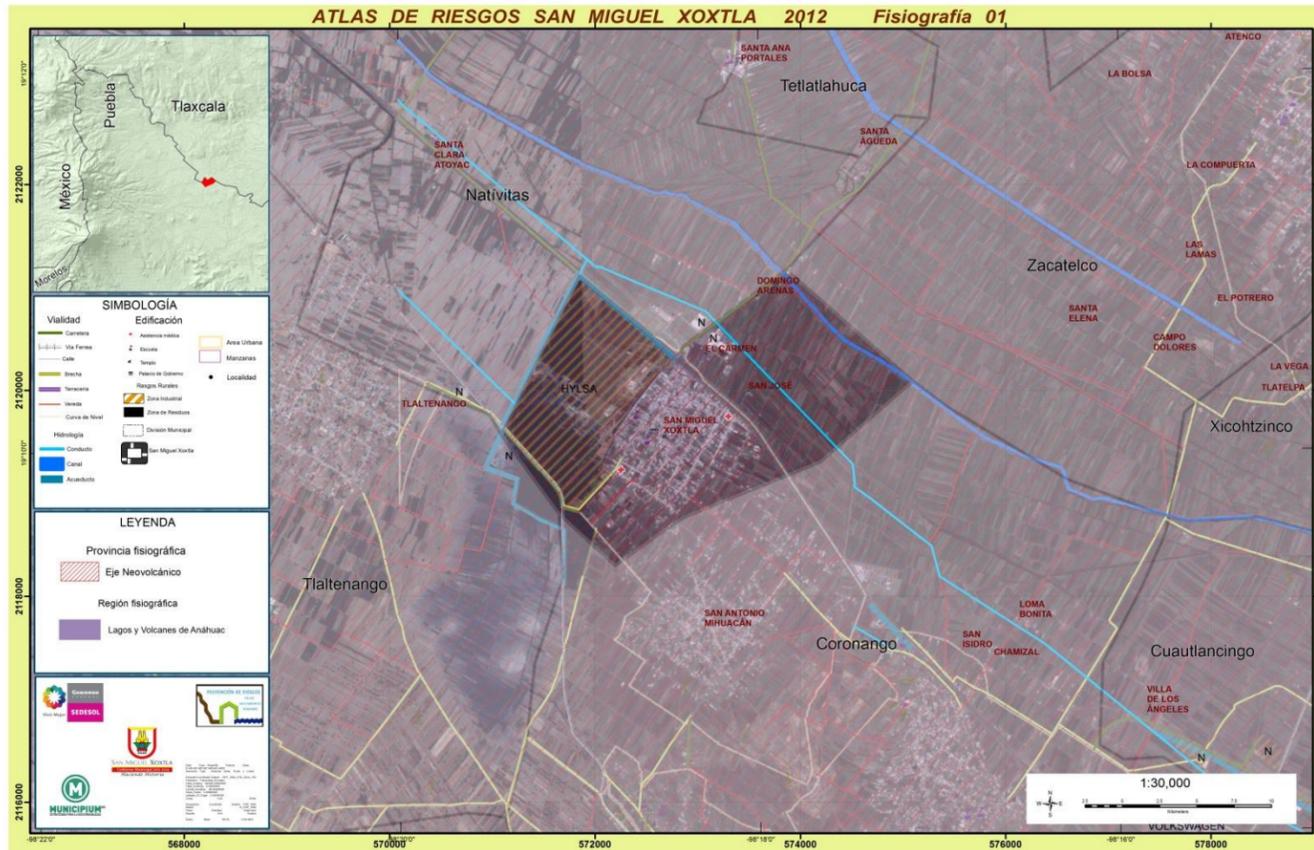


Ilustración 5. Fisiografía de San Miguel

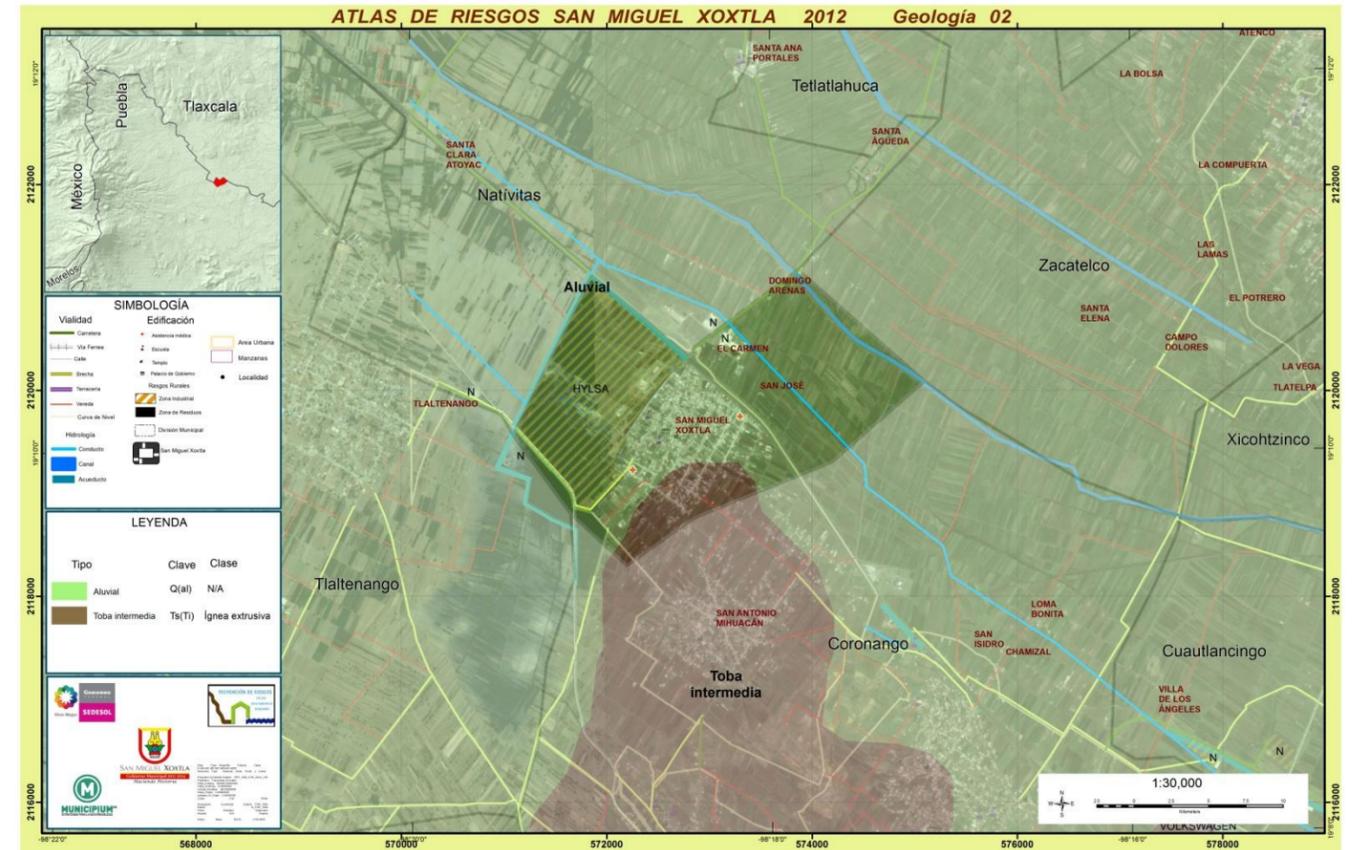


Ilustración 6. Geología.

### 3.2. GEOLOGÍA

En el Municipio la litología estructural característica del mismo, está compuesta por dos tipos de roca: la ígnea extrusiva representa el 9.68% y la n/a (sedimentaria) representa el 90.47% (zona urbana) de este porcentaje lo conforman dos clases y son: Toba Intermedia que representa el 9.68% y aluvial con el 90.68%.

Tabla 3. Geología

Tipos	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Ígnea Extrusiva	2.84	9.68
Clase	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Toba Intermedia	2.84	9.68
Aluvial	26.55	90.68

Fuente: INEGI 2010

Rocas Ígnea extrusiva, esta unidad constituye la base del paquete de rocas volcánicas de la región de la faja volcánica Mexicana o Eje Neovolcánico, pertenece al terciario superior y conforma la mayor parte de las grandes estructuras volcánicas, como la Malinche, Popocatepetl e Iztaccíhuatl. Incluye varias unidades de



composición andesítica de diversa textura, como brechas volcánicas, tobas y derrames, que sobre yacen discordantemente a rocas sedimentarias del mesozoico

Toba Roca calcárea porosa y esponjosa formada por la precipitación de cal que lleva el agua de los ríos está constituida también de material volcánico consolidado, formado por cenizas y arenas.

### 3.3. GEOMORFOLOGÍA

La geomorfología del Municipio San Miguel Xoxtla que es relativamente pequeño (29 km<sup>2</sup>aproximadamente), se define como relieve exógeno acumulativo; es decir una planicie que está formada por depósitos lacustres, fluviales del Tlapala que posteriormente se une al río Atoyac al noreste del Municipio, y por los coluviones que son depositados por las corrientes provenientes de las elevaciones próximas, es una planicie ondulada con inclinación que varía, la cual la base está constituida por rocas sedimentarias sepultadas parcialmente por depósitos piroclásticos. Se localiza dentro la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico, en la porción meridional del Valle de Puebla, el cual constituye el sector principal de la altiplanicie poblana. Al Oeste se encuentra el volcán Matlalcueitl, al este el Papayo, el Iztaccíhuatl y el Popocatepetl.

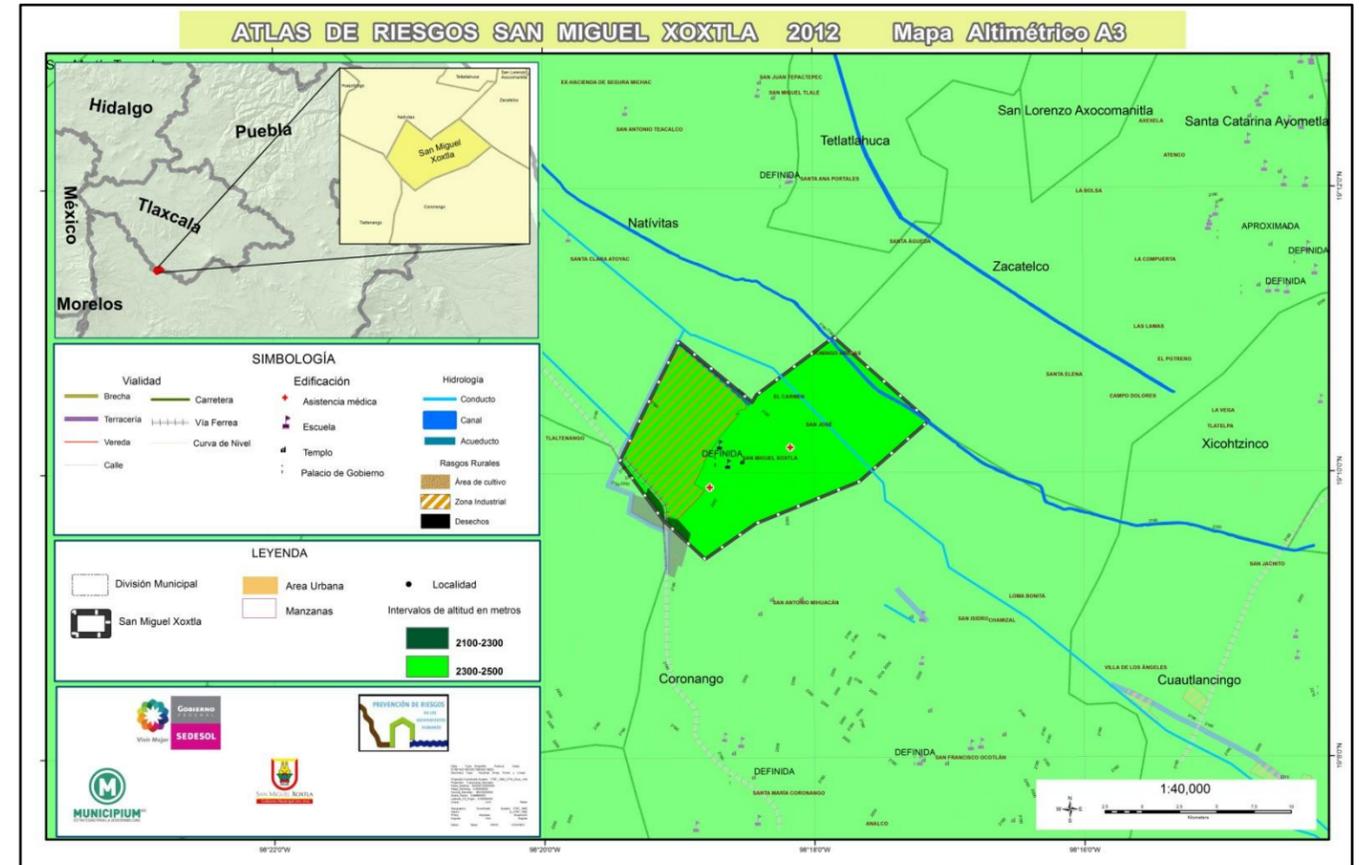


Ilustración 7. Mapa altimétrico de San Miguel Xoxtla.

A pesar de que no presenta ningún accidente orográfico importante, está limitado por sierra alta y estructuras volcánicas relevantes. Se encuentra en un intervalo altitudinal de 2,300 a 2,500 msnm (Ilustración 7. Mapa altimétrico de San Miguel Xoxtla.), con pendientes que van de 1° a 3° (Ilustración 8. Mapa de pendientes; se observa que al ser una planicie presenta niveles bajos de inclinación.), y se utiliza principalmente para cultivos, ya que su expresión en el relieve permite que se le de este aprovechamiento. Por su origen es considerada una planicie, sin embargo no es en su totalidad, ya que dentro de ella se localizan pequeños lomeríos con un desnivel de 30-40 metros. Presenta ondulaciones debido a su contexto regional y aunque las pendientes no varían mucho de un lugar a otro, en campo es más fácil apreciarlas a diferencia de las ortofotos y la cartografía elaborada en gabinete.

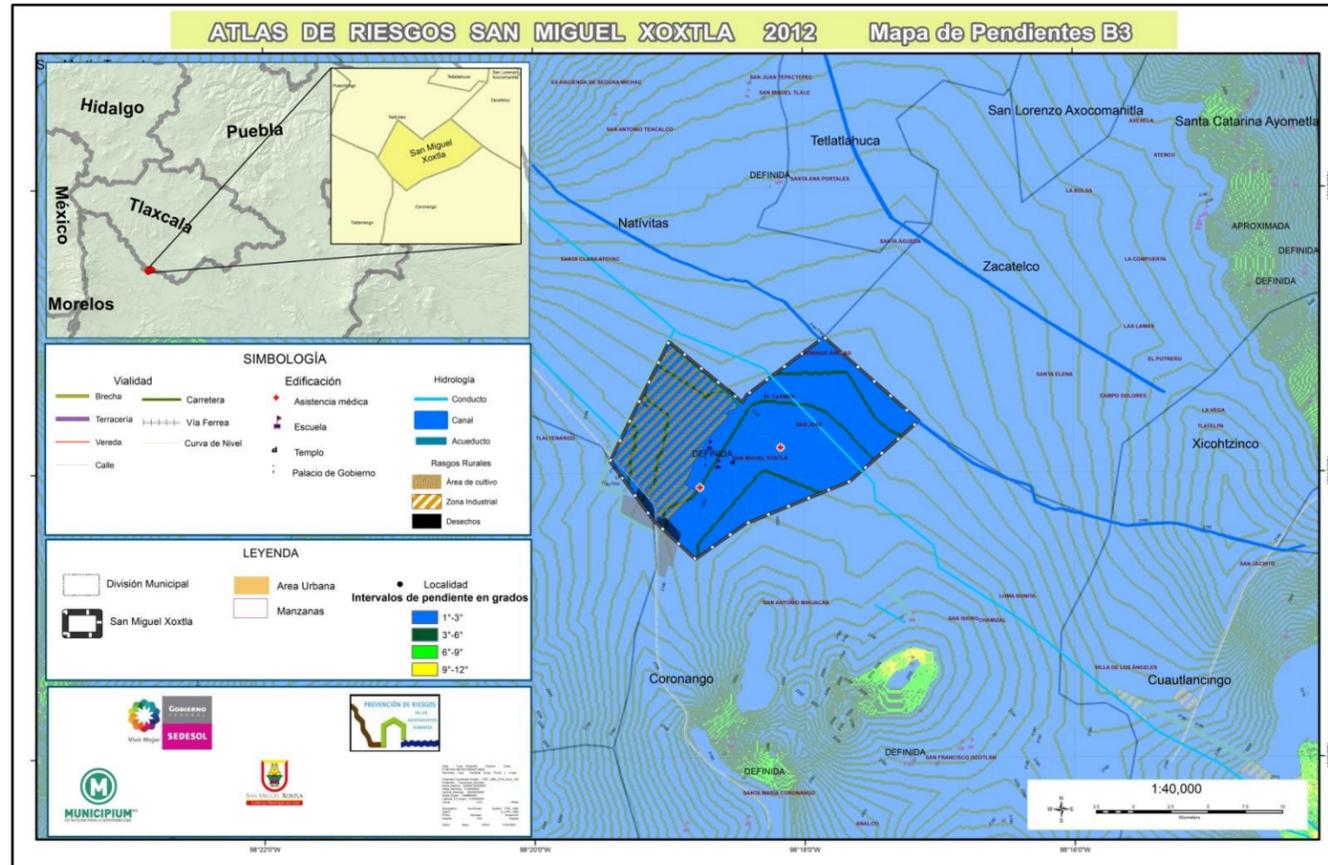


Ilustración 8. Mapa de pendientes; se observa que al ser una planicie presenta niveles bajos de inclinación.

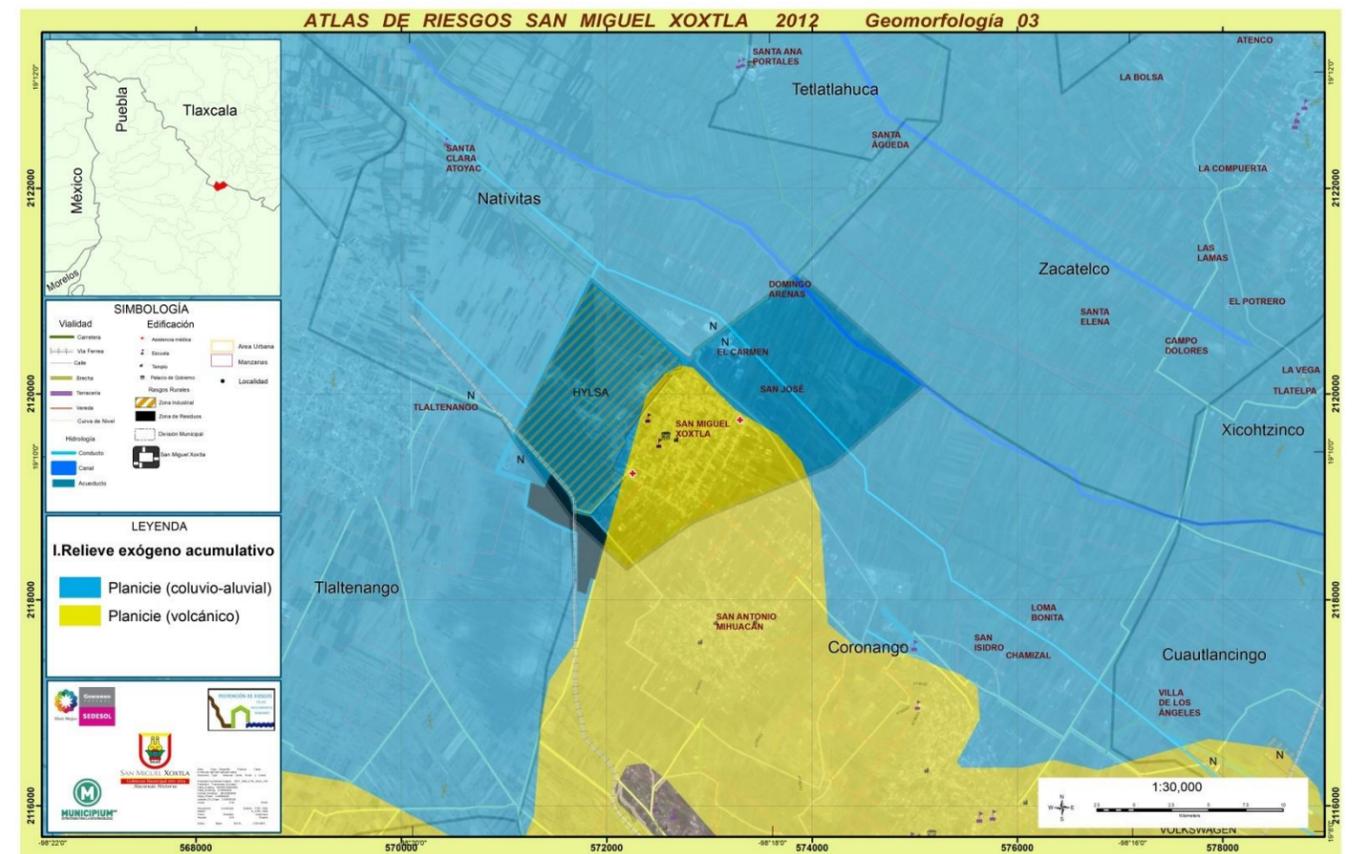


Ilustración 9. Geomorfología.

### 3.4. EDAFOLOGÍA

Los suelos predominantes en el Municipio de San Miguel Xoxtla son: phaeozem en un área de 13.97 km<sup>2</sup> que representa el 47.61% y se localiza al Norte y noreste del Municipio, arenosol en un área de 10.71 km<sup>2</sup> que representa el 36.50% y se localiza al Sur, noroeste y suroeste y finalmente la zona urbana que ocupa un área de 4.66 km<sup>2</sup> que representa el 15.89% y se localiza en el centro del Municipio.



**ARENOSOL:** Literalmente, suelo arenoso. Suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La vegetación que presentan es variable.

Se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. En México son muy escasos, y su presencia se limita principalmente a las llanuras y pantanos. Estos suelos tienen una alta permeabilidad pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosión en el suelo Arenosol va de moderada a alta. <sup>4</sup>

Tabla 4. Edafología		
	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje %
Phaeozem	13.97	47.61
Arenosol	10.71	36.50
Zona Urbana	4.66	15.89

Fuente: INEGI 2010

### 3.5. HIDROGRAFÍA

El Municipio se localiza en la vertiente hidrológica septentrional del estado de Puebla, Pertenece a la región hidrológica: Balsas (100%) con un área de 117203.89 km<sup>2</sup> y un perímetro de 2948.79 km. Cuenca: Río Atoyac (100%) el área es de 31480.54 km<sup>2</sup> y un perímetro de 1300.33 km. Sub cuenca: Río Atoyac - San Martín Texmelucan (100%), tipo de Sub cuenca exorreica, el área es de 1967.5km<sup>2</sup> y su perímetro de 260.56 km.

La cuenca de drenaje del río Balsas comprende el 6% de la masa continental del territorio mexicano y abarca porciones de varias regiones económicas del Pacífico centro-occidente y centro-Sur de la República, entre los paralelos 17°00' y 20°00' de latitud Norte y los meridianos 97°30' y 103°15' de longitud Oeste de Greenwich, a través de ocho estados de la República: Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Morelos,

<sup>4</sup>INEGI, Guía para la interpretación de la cartografía edafológica

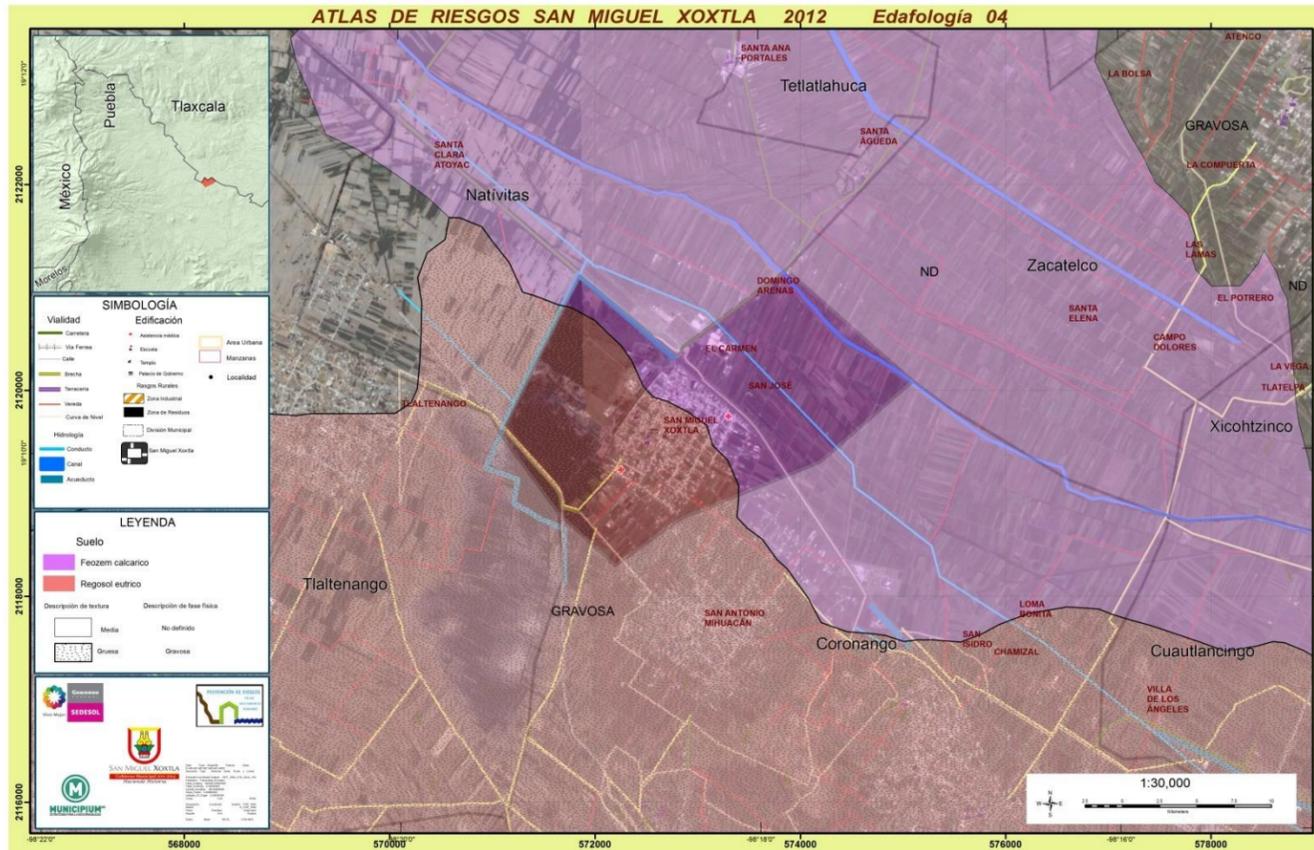


Ilustración 10. Edafología en San Miguel.

A continuación se describirán las características de los suelos que conforman el Municipio

**PHAEOZEM:** Su principal distintivo es una capa superficial oscura, suave y rica en materias orgánicas y nutrientes. Los usos son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. Muchos phaeozem son profundos y están situados en terrenos planos, que se utilizan para agricultura de riego o de temporal, con altos rendimientos. Los menos profundos, o los que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Se pueden utilizar para ganadería.

Guerrero, Michoacán y Jalisco. Incluye en su totalidad al estado de Morelos (100%) y parcialmente a los estados de Tlaxcala (75%), Puebla (55%), México (36%), Oaxaca (9%), Guerrero (63%), Michoacán (62%) y Jalisco (4%), lo que representa una superficie administrativa de 123,500 km<sup>2</sup>. Su superficie hidrológica total es de 117,406 km<sup>2</sup>, distribuida en tres subregiones: Alto Balsas 50,409 km<sup>2</sup>, Medio Balsas 31,951 km<sup>2</sup> y Bajo Balsas 35,046 km<sup>2</sup>. Administrativamente se encuentra constituida por 421 municipios, de los cuales 332 se localizan en el Alto Balsas, 51 en el Medio Balsas y 38 en el Bajo Balsas.

San Miguel Xoxtla es atravesado al noreste por el canal Tlapala, que posteriormente se une al Atoyac; fuera de éste no cuenta con corrientes permanentes ni intermitentes.

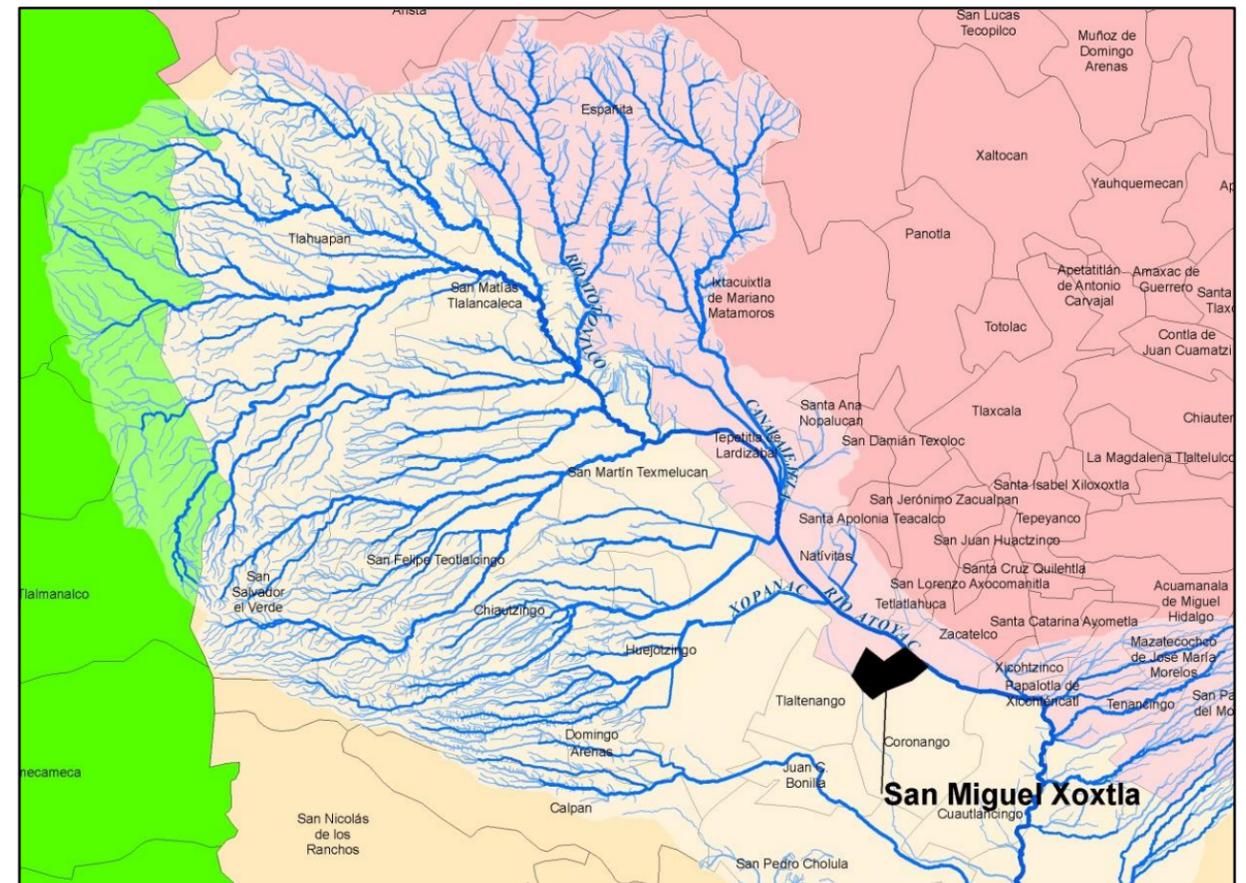


Ilustración 11. Hidrografía en San Miguel (Cuenca).

Tabla 5. Hidrografía		
Región hidrológica	Área km <sup>2</sup>	Perímetro km
Red Hidrográfica Balsas	117203.89	2948.79
Cuenca Río Atoyac	31480.54	1300.33
Sub cuenca	1967.5	260.56

Fuente: INEGI 2010

La cuenca del río Balsas se encuentra delimitada por dos provincias fisiográficas o morfotectónicas: El eje Neovolcánico al Norte y La Sierra Madre del Sur al Sur; y una subprovincia geológica: la Sierra Norte de Oaxaca al Oriente. Un 67.8% de la superficie de la depresión se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur y el 32.2% restante se encuentra en el territorio cubierto por El eje Neovolcánico.

El Municipio se localiza en la sub cuenca alta del Atoyac, una de las más importantes del estado comprende desde donde nacen los escurrimientos del Río Atoyac, hasta donde se localiza la presa Manuel Avila Camacho (Valsequillo), localizada en las coordenadas geográficas 98° 05' 45" de longitud Oeste y 18° 54' 30" de latitud Norte.

La cuenca hidrológica Río Alto Atoyac, tiene una superficie de aportación de 4,135.52 kilómetros cuadrados, y se encuentra delimitada por las siguientes regiones y cuencas hidrológicas: al Norte por las Regiones Hidrológicas números 26 Pánuco y 27 Norte de Veracruz; al Sur por las cuencas hidrológicas Río Nexapa y Río Bajo Atoyac; al Oeste por la Región Hidrológica número 26 Pánuco; y al Este por la cuenca hidrológica Libres-Oriental.

### 3.6. CLIMATOLOGÍA

El Municipio se ubica dentro de la zona de climas templados en el Eje Neovolcánico; identificándose un solo clima según la clasificación de Köppen: Clima templado subhúmedo con lluvias en verano C (w1). Se caracterizan por presentar temperaturas medias anuales que van de 12° a 18°C y la temperatura media del



mes más frío varía entre  $-3^{\circ}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ . Se distribuyen en cuatro zonas separadas entre sí debido a la configuración del estado: la primera y más extensa ocupa la porción central, la segunda corresponde a la zona Norte, la tercera se localiza en el Oriente y la última está situada en el sureste. De acuerdo con su régimen de lluvias y su grado de humedad se encuentran: el templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad; templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media; templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad; templado húmedo con abundantes lluvias en verano y templado húmedo con lluvias todo el año. En los cuatro primeros la precipitación del mes más seco es menor de 40.0 mm, y en el último es mayor de esa cantidad.

El Municipio se encuentra dentro de la zona Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad ya que la temperatura media anual va entre  $14$  y  $16^{\circ}\text{C}$  y el rango de Precipitación es de  $800 - 1000$  mm.

La zona con clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad se caracteriza por abarcar en el valle de Puebla desde las estribaciones orientales de la Sierra Nevada hasta el sureste de la localidad Soltepec; también comprende una franja que va del Norte de Santa María del Monte al suroeste de Santa María Coyomeapan en el sureste de la entidad. La temperatura media anual en estas zonas varía entre  $12^{\circ}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ , la precipitación total anual entre  $700$  y  $1\ 500$  mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor de  $5$ , dentro de ésta se considera la precipitación ocurrida en los meses de enero, febrero y marzo.

Otras áreas con el mismo clima pero con porcentaje de precipitación invernal entre  $5$  y  $10.2$ , se localizan a lo largo de una franja continua orientada de Noroeste a Este-Sureste, que va de la porción Norte del Municipio de Chignahuapan al Centro-Sur del Municipio de Xiutetelco; y en unidades aisladas al Sur de Chignahuapan y al occidente de Ocotepéc. La única estación presente es Pueblo Nuevo, en ella se reportan una temperatura media anual de  $13.6^{\circ}\text{C}$  y una precipitación total anual promedio de  $860.5$  mm; el mes más cálido es abril con  $14.5^{\circ}\text{C}$  de temperatura media y el mes más frío diciembre con  $12.8^{\circ}\text{C}$ ; el mes más húmedo es junio con  $175.2$  mm de precipitación promedio mensual, y el más seco es marzo con  $11.6$  mm.

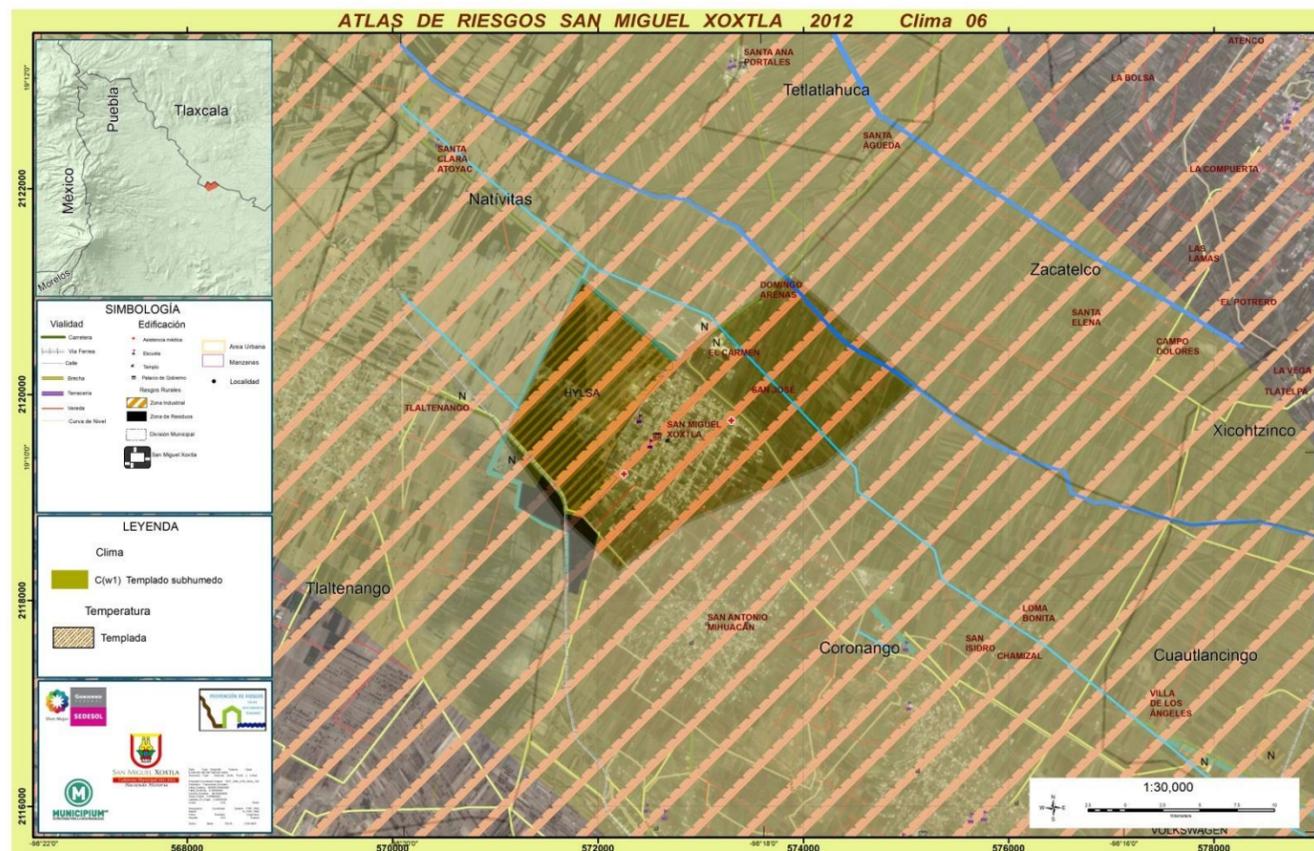


Ilustración 12. Clima en San Miguel.

Tabla 6. Climatología

Tipo de Clima	Temperatura media anual	Precipitación de lluvia invernal
Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w1)	$14$ y $16^{\circ}\text{C}$	Menos de $5$

Fuente: INEGI 2010

### 3.7. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

El tipo de vegetación predominante en el Municipio es vegetación inducida y pastizal inducido que se localizan en el mismo lugar en la parte noroeste de San Miguel Xoxtla, con un porcentaje del  $29\%$ . Ocupando mayor porcentaje la zona urbana con el  $71\%$ .



El uso de suelo en San Miguel es principalmente agrícola y urbano, el agrícola está dividido en tres tipos de agricultura, de Temporal en una superficie de 0.04 km<sup>2</sup> que representa el 0.15% del total municipal y se localiza al Oeste del Municipio, de riego eventual en una superficie de 22.36 km<sup>2</sup> que representa el 76.19%. Del total municipal y se localiza en la parte Norte del Municipio, finalmente se tiene agricultura de riego en una superficie de 7.03 km<sup>2</sup> que representan 23.96% del total municipal y se localiza al Sur del Municipio.

Tipo	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje%
Vegetación	8.5	29%
Zona Urbana	20.83	71%

Fuente: INEGI 2010

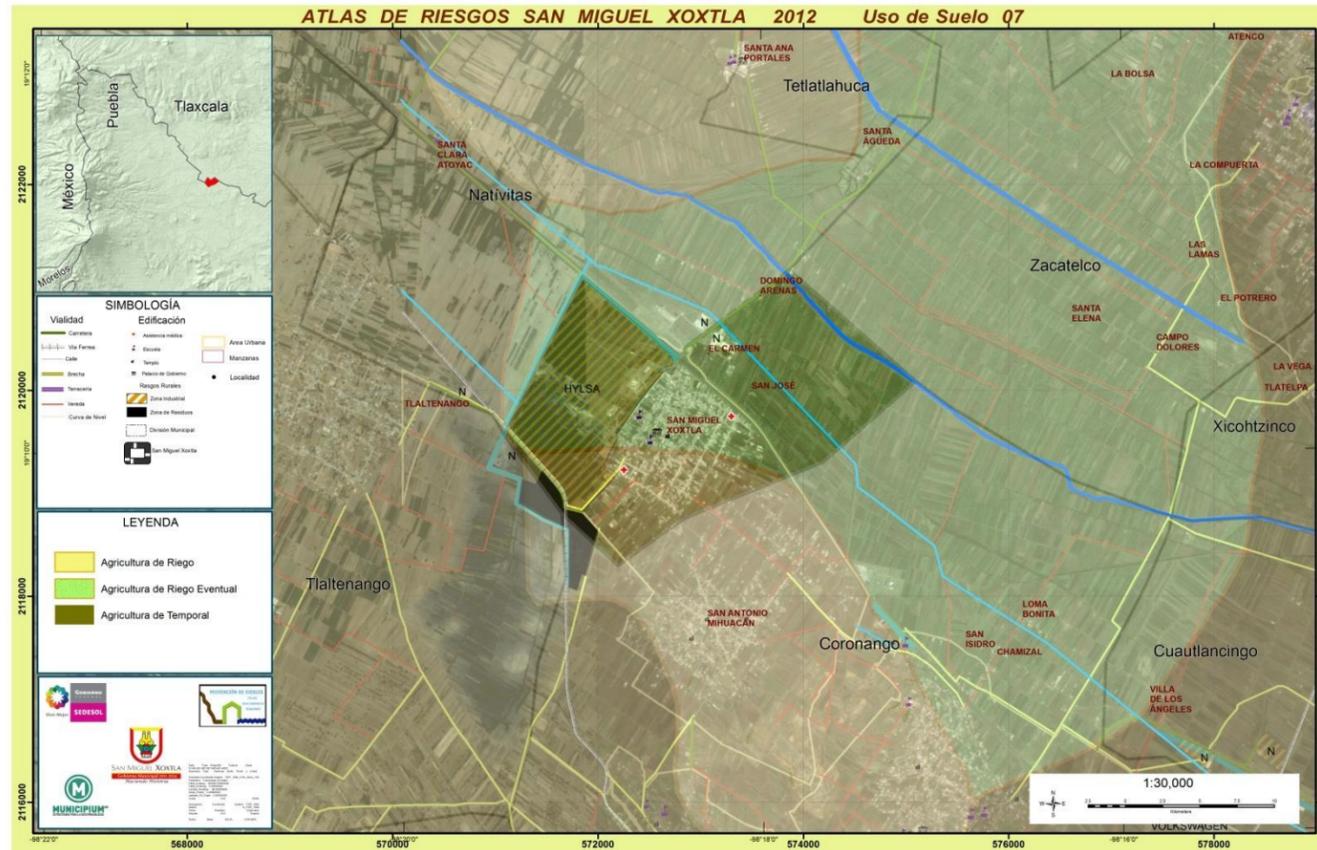


Ilustración 13. Uso de suelo.

Tipo	Superficie km <sup>2</sup>	Porcentaje%
Agrícola de Temporal	0.04	0.15
Agrícola de Riego	7.03	23.96
Agrícola de Riego Eventual	22.36	76.19

Fuente: INEGI 2010

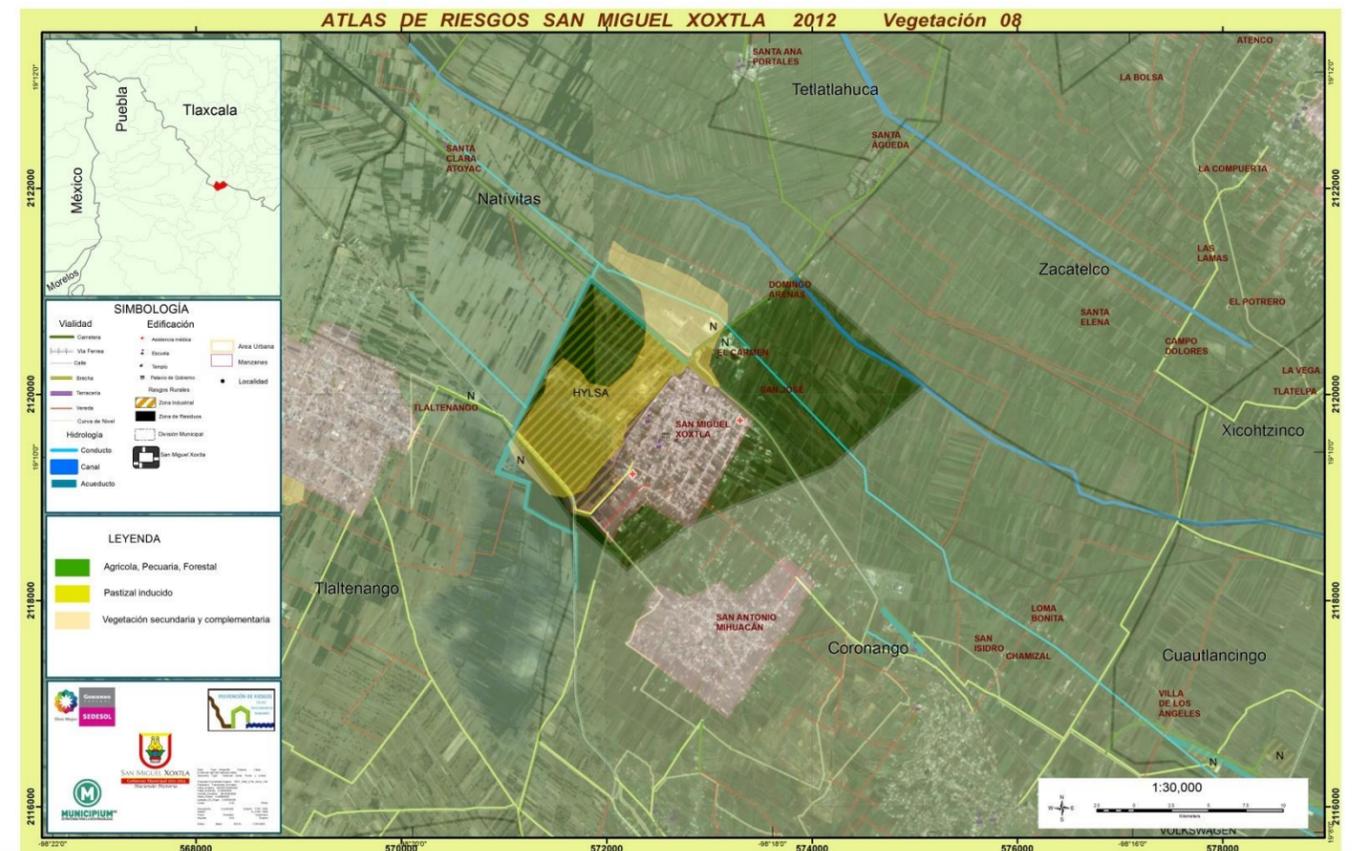


Ilustración 14. Vegetación en San Miguel.

### **3.8. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

Las áreas protegidas son espacios creados por la sociedad para delimitar zonas donde el nivel de conservación sea ideal y los impactos que el ser humano podría tener para cambiarlo sean mitigados al máximo o evitados; proponiendo condiciones de bienestar, para flora y fauna, es decir la conservación de la biodiversidad así como el mantenimiento de los procesos ecológicos naturales sin intromisión del hombre, para su preservación natural.

En Xoxtla no se encuentran delimitadas las áreas de conservación de acuerdo a las leyes tanto federal como la estatal que rigen este estatus dentro de la República Mexicana.

### **3.9. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

En el Municipio se presentan problemas ambientales con la acumulación y disposición final de residuos sólidos. Otro problema es la contaminación de ríos, arroyos por las empresas que vierten sus descargas en ellos, también son vertidos los residuos de las casas a través de cauces de algún arroyo cercano. Los drenajes así como la acumulación de ramas, suelo desprendido de las partes altas y basura que se acumula en las orillas de los cauces, generan una contaminación paulatina que va hacia la población que se ubica en las cercanías de estos lugares.



## CAPÍTULO IV

# CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y DEMOGRÁFICOS



10,664 habitantes, cifra que para el 2010 crece a 11,598 habitantes en el Censo de Población del mismo año, esto da un crecimiento de más del 1.3%, de esta cifra 5,624 son hombres y 5,974 son mujeres.

Tabla 9. Datos demográficos

Municipio de San Miguel Xoxtla	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población total	5,177	5,487	10,664	5,624	5,974	11,598
Viviendas particulares habitadas	2,212		2,766			

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

### 4.1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población en este Municipio en su mayoría se concentra en la cabecera municipal, San Miguel Xoxtla, la cual presenta una población de 11,295 (INEGI 2010), es decir más del 97% de los habitantes reside aquí, los restantes se encuentran dispersos en poblaciones muy pequeñas de corte rural y que dependen totalmente de la actividad socioeconómica de la cabecera que se considera como urbana.

Tabla 10. Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010

Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Población	% Población	Número de localidades	% Localidades
Menos de 100	13	0.11	1	25
100 a 499	316	2.72	2	50
500 a 1,499	0	0	0	0
1,500 a 2,499	0	0	0	0
2,500 a 4,999	0	0	0	0
5,000 a 9,999	0	0	0	0
10,000 y más	11,269	97.16	1	25
Total	11,598	100	4	100

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

### DINÁMICA DEMOGRÁFICA

El Municipio de San Miguel Xoxtla, de acuerdo con datos del Censo de 1995 de INEGI se tienen 8,589 habitantes, representando el 0.19% de la población total del Estado, de estos 4,241 son hombres y 4,348 son mujeres. Para el año 2000 el Censo de Población da 9,573 habitantes como población total del Municipio, esto es un crecimiento de 1.8%. Para el año 2005, el Censo de Población del INEGI da como resultado

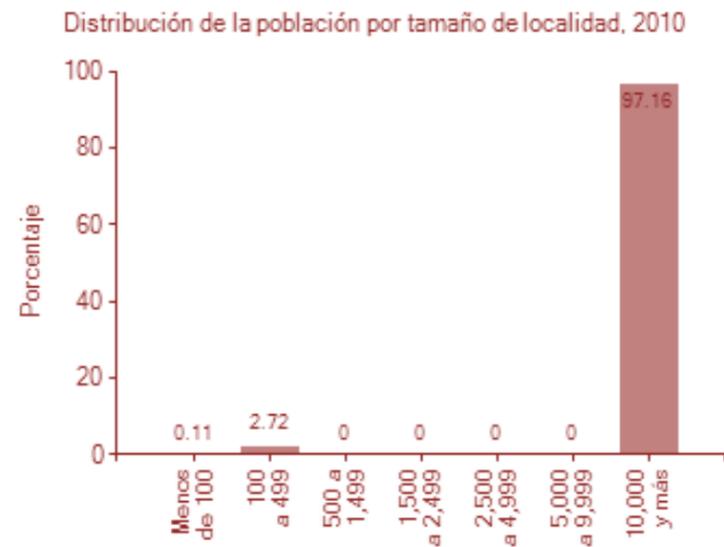


Gráfico de Distribución de la población por tamaño de localidad, 2010.

Fuente: Unidad de Microrregiones, Dirección General Adjunta de Planeación Microrregional, SEDESOL, con datos de INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.

A continuación se presentan datos que ubican a la población y a las localidades del Municipio, según sus rezagos sociales, y los cuales muestran que la que presenta menor rezago es la propia cabecera municipal, las otras localidades, entre más pequeñas presentan más rezago:

Tabla 11. Número de localidades por tamaño según grado de rezago social, 2010

Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Muy alto No.	Alto No.	Medio No.	Bajo No.	Muy bajo No.	Sin grado No.	Total No.
Menos de 100			1				1
100 a 499				2			2
500 a 1,499							
1,500 a 2,499							
2,500 a 4,999							
5,000 a 9,999							
10,000 y más					1		1

SEDESOL Unidad de Microrregiones a partir de CONEVAL. Cuadro de Población total, indicadores, índice y grado de rezago social según localidad, 2010 de INEGI.

Tabla 12. Población por tamaño según grado de rezago social, 2010

Tamaño de localidad (Número de habitantes)	Muy alto Población	Alto Población	Medio Población	Bajo Población	Muy bajo Población	Sin grado Población	Total Población
Menos de 100			13				13
100 a 499				316			316
500 a 1,499							
1,500 a 2,499							
2,500 a 4,999							
5,000 a 9,999							
10,000 y más					11,269		11,269

SEDESOL Unidad de Microrregiones a partir de CONEVAL. Cuadro de Población total, indicadores, índice y grado de rezago social

### PRINCIPALES LOCALIDADES

A continuación se muestran las localidades del Municipio, donde se aprecia, que por número de habitantes y localización, la cabecera municipal es la de mayor importancia en la dinámica social y económica del territorio municipal.



### PIRÁMIDE POBLACIONAL DE EDADES

La población de San Miguel Xoxtla tiene su mayor representatividad en las personas que van de los 15 a 64 años (como la media estatal y nacional), su menor población es la de 65 años y más. Con los datos de INEGI 2010, se puede ver que el mayor grupo es el que va de los 0 a los 14 años, es decir es una población más bien joven. La diferencia entre hombres y mujeres es muy poca, poco menos del 2% superando en número las mujeres.

Clave	Nombre	Población	Porcentaje de población	Cabecera municipal	Localidad Estratégica
211360001	SAN MIGUEL XOXTLA	11,269	97.16	✓	
211360002	SAN JOSÉ	13	0.11		
211360003	SAN JOSÉ	215	1.85		
211360004	BARRIO DEL CARMEN	101	0.87		
Total:		11,598	99.99		

INEGI. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, en: Compendio de Información Geográfica Municipal

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	1,258	625	633
5 a 9 años	1,258	644	614
10 a 14 años	1,213	605	608
15 a 19 años	1,158	605	553
20 a 24 años	983	467	516
25 a 29 años	909	417	492
30 a 34 años	924	439	485
35 a 39 años	919	432	487
40 a 44 años	690	340	350
45 a 49 años	539	246	293
50 a 54 años	447	211	236
55 a 59 años	352	160	192
60 a 64 años	280	126	154
65 a 69 años	200	87	113
70 a 74 años	146	75	71
75 a 79 años	76	32	44
80 a 84 años	62	24	38
85 a 89 años	39	19	20
90 a 94 años	13	05	08
95 a 99 años	04	01	03
100 y más	00	00	00
No especificado	128	64	64
<b>Total</b>	<b>11,598</b>	<b>5,624</b>	<b>5,974</b>

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.



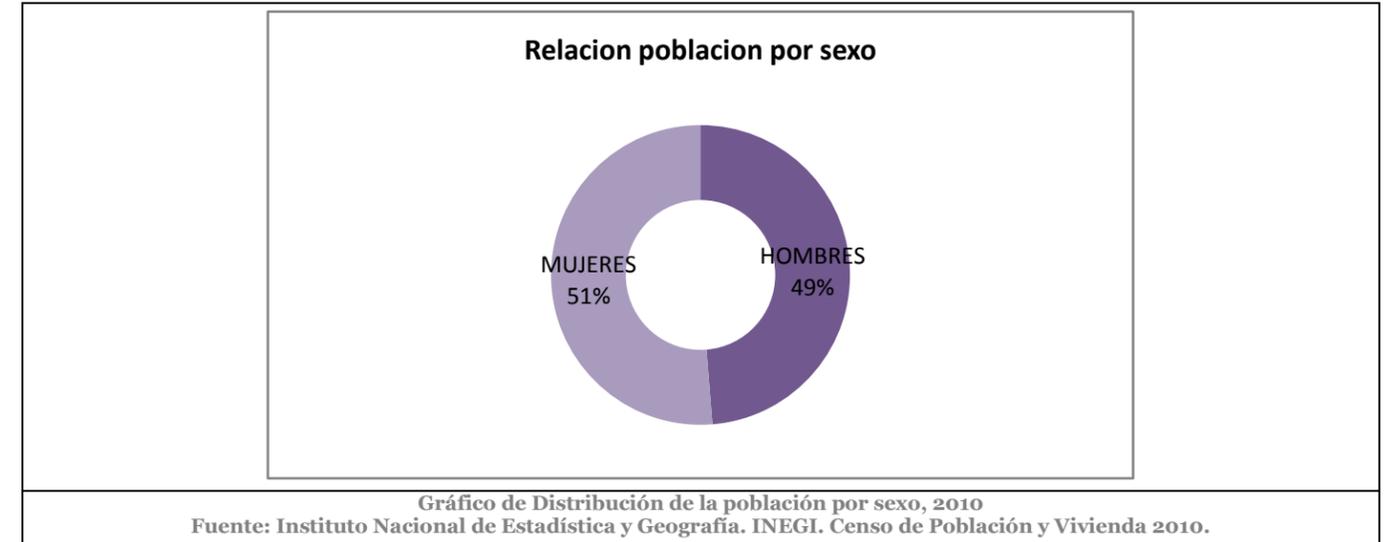
Ilustración 15. Distribución demográfica.



**Tabla 15. Distribución de la población por grandes grupos de edad, 2010**

	Nacional	Estatad	Municipal
Población total	112,336,538	5,779,829	11,598
Población de 0 a 14 años	32,515,796	1,799,744	3,729
Población de 15 a 64 años	71,484,423	3,560,275	7,201
Población de 65 años y más	6,938,913	363,871	540

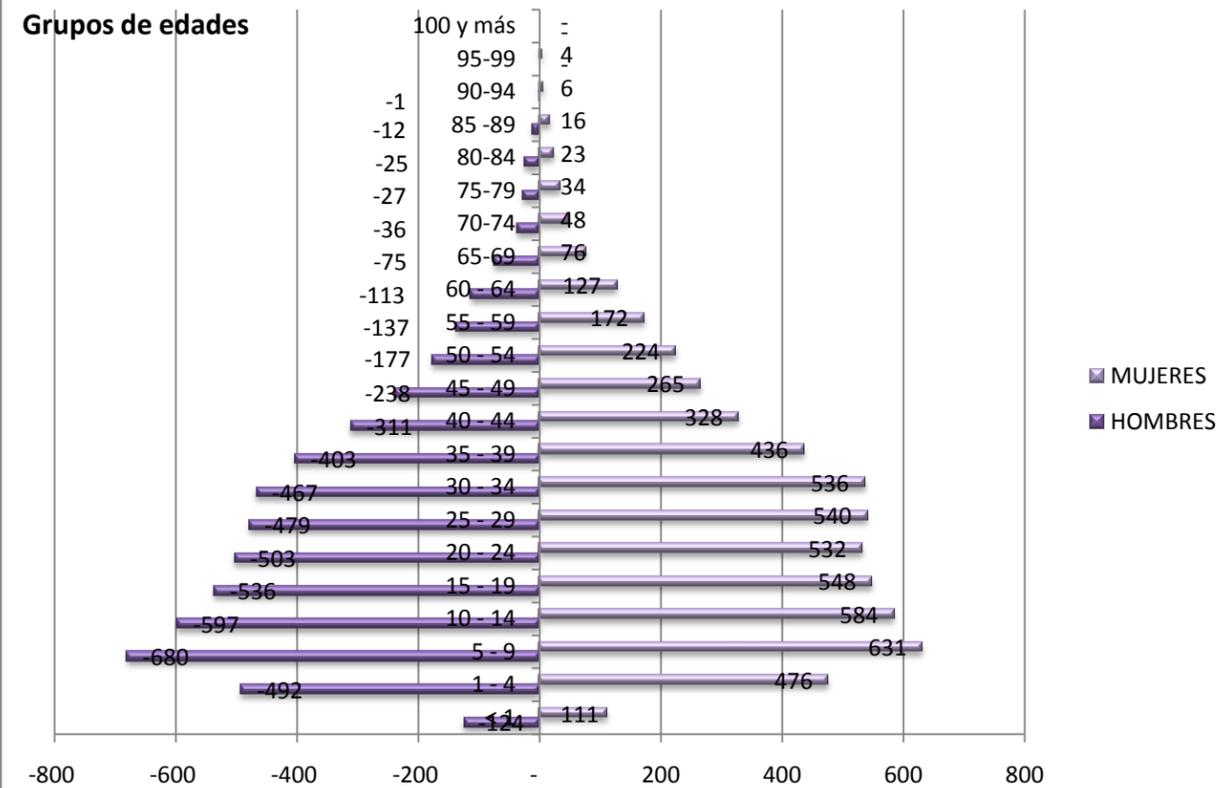
Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.



Las proyecciones de población que ofrece CONAPO indican que la población con más tendencia a crecer hasta el 2030 por edad es la de los grupos comprendidos entre los 15 a 64 años, y en la mayoría de los casos las mujeres superarían a los hombres aunque por poco porcentaje.

**Tabla 16. Proyecciones de población según sexo y grandes grupos de edad, 2005 – 2030**

Año	Total				Hombres				Mujeres			
	Total	0 a 14	15 a 64	65 y más	Total	0 a 14	15 a 64	65 y más	Total	0 a 14	15 a 64	65 y más
2005	10,697	3,690	6,668	339	5,229	1,892	3,181	156	5,468	1,798	3,487	183
2006	10,918	3,695	6,863	360	5,328	1,894	3,269	165	5,590	1,801	3,594	195
2007	11,150	3,695	7,072	383	5,433	1,893	3,364	176	5,717	1,802	3,708	207
2008	11,380	3,693	7,280	407	5,536	1,891	3,458	187	5,844	1,802	3,822	220
2009	11,608	3,690	7,485	433	5,637	1,888	3,550	199	5,971	1,802	3,935	234
2010	11,833	3,684	7,690	459	5,737	1,884	3,642	211	6,096	1,800	4,048	248
2011	12,056	3,676	7,893	487	5,836	1,879	3,733	224	6,220	1,797	4,160	263
2012	12,277	3,667	8,094	516	5,934	1,874	3,823	237	6,343	1,793	4,271	279
2013	12,496	3,656	8,293	547	6,030	1,867	3,912	251	6,466	1,789	4,381	296
2014	12,712	3,642	8,491	579	6,125	1,859	4,000	266	6,587	1,783	4,491	313
2015	12,926	3,621	8,693	612	6,218	1,847	4,090	281	6,708	1,774	4,603	331
2016	13,138	3,604	8,885	649	6,310	1,838	4,174	298	6,828	1,766	4,711	351
2017	13,348	3,595	9,067	686	6,402	1,833	4,254	315	6,946	1,762	4,813	371
2018	13,557	3,593	9,237	727	6,492	1,832	4,326	334	7,065	1,761	4,911	393





2019	13,763	3,598	9,394	771	6,581	1,834	4,393	354	7,182	1,764	5,001	417
2020	13,966	3,606	9,543	817	6,668	1,838	4,455	375	7,298	1,768	5,088	442
2021	14,167	3,616	9,684	867	6,754	1,843	4,513	398	7,413	1,773	5,171	469
2022	14,366	3,626	9,820	920	6,839	1,848	4,569	422	7,527	1,778	5,251	498
2023	14,560	3,635	9,948	977	6,922	1,853	4,621	448	7,638	1,782	5,327	529
2024	14,751	3,645	10,070	1,036	7,003	1,858	4,670	475	7,748	1,787	5,400	561
2025	14,939	3,651	10,189	1,099	7,082	1,861	4,718	503	7,857	1,790	5,471	596
2026	15,123	3,658	10,300	1,165	7,160	1,865	4,762	533	7,963	1,793	5,538	632
2027	15,302	3,662	10,406	1,234	7,235	1,867	4,804	564	8,067	1,795	5,602	670
2028	15,478	3,664	10,508	1,306	7,308	1,868	4,843	597	8,170	1,796	5,665	709
2029	15,648	3,664	10,604	1,380	7,379	1,868	4,881	630	8,269	1,796	5,723	750
2030	15,814	3,661	10,695	1,458	7,447	1,866	4,916	665	8,367	1,795	5,779	793

CONAPO (2006). Proyecciones de la población de México 2005-2050.

Tabla 18. Mortalidad	San Miguel Xoxtla	Puebla
Defunciones generales, 2010	<b>39</b>	<b>31,031</b>
Defunciones generales hombres, 2010	<b>16</b>	<b>16,432</b>
Defunciones generales mujeres, 2010	<b>23</b>	<b>14,583</b>
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.		

### DENSIDAD DE POBLACIÓN

La densidad de población se define como el total de la población dividida por una superficie territorial dada en kilómetros cuadrados. La media resultante es la que da la relación que hay entre la cantidad de personas que viven en un territorio y la extensión de este. Por tanto, si se tiene un territorio pequeño pero con mucha población, se tiene una densidad alta; pero, si por el contrario, se tienen pocos habitantes y un territorio extenso, la densidad será baja y seguramente dispersa, lo cual no siempre es bueno para la obtención de servicios y atención a las personas residentes en dicho territorio.

Por la población que proporciona el INEGI (11,598 habitantes), contra la superficie del territorio municipal (29.35 km<sup>2</sup>), se tiene que el Municipio de San Miguel Xoxtla presenta un promedio de 395 habitantes por kilómetro cuadrado. Esta cifra se considera de “media densidad”, es característica de un Municipio que tiene la mayoría de habitantes concentrados en una sola localidad, aunque el resto de su territorio se puede considerar rural de baja densidad y disperso.

### NATALIDAD Y MORTALIDAD

La natalidad es la medida del número de nacimientos en una determinada población durante un periodo de tiempo. La tasa de natalidad se expresa como el número de nacidos vivos por cada 1.000 habitantes en un año.

La mortalidad es el número de fallecimientos en una población a lo largo de un periodo establecido. La tasa de mortalidad calcula el número de fallecimientos por cada 1,000 personas en un año.

En el Municipio de San Miguel Xoxtla se tiene una tasa de natalidad de 29.8%; una tasa de mortalidad de 1.7% y una tasa de mortalidad infantil de 15.9%.

Tabla 17. Natalidad y fecundidad	San Miguel Xoxtla	Puebla
Nacimientos, 2010	<b>276</b>	<b>160,571</b>
Nacimientos hombres, 2010	<b>129</b>	<b>79,466</b>
Nacimientos mujeres, 2010	<b>147</b>	<b>80,970</b>
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.		



## ESCOLARIDAD Y EDUCACIÓN

Con datos de INEGI 2010 el Municipio cuenta con una población que va a la escuela de 6 años y más de más de 9,900 personas, las cuales tienen un promedio de escolaridad de 8.9, cifra más alta que la media estatal. Poco menos del 10% de la población tiene grado de nivel profesional. De esta población sólo se contabilizaron 297 personas analfabetas y 42 personas que están en edad y no asisten a la escuela. El inventario de escuelas en educación básica se presenta a continuación, junto con su ubicación.

En cuanto a equipamiento educativo en el año 1995 se contaba con los siguientes niveles de preescolar con 2 escuelas, en el nivel de Primaria 3 escuelas, en el nivel de Secundaria, el Municipio cuenta con 2 escuelas y en el nivel de Bachillerato se contaba con 1 con una sola escuela.

Para el año 2010 se cuenta con 3 escuelas de nivel preescolar con 22 docentes, 4 de nivel primaria con 46 docentes, 2 de nivel secundaria con 38 docentes y una de nivel medio o bachillerato con 24 docentes, todas ubicadas en la localidad de San Miguel Xoxtla.

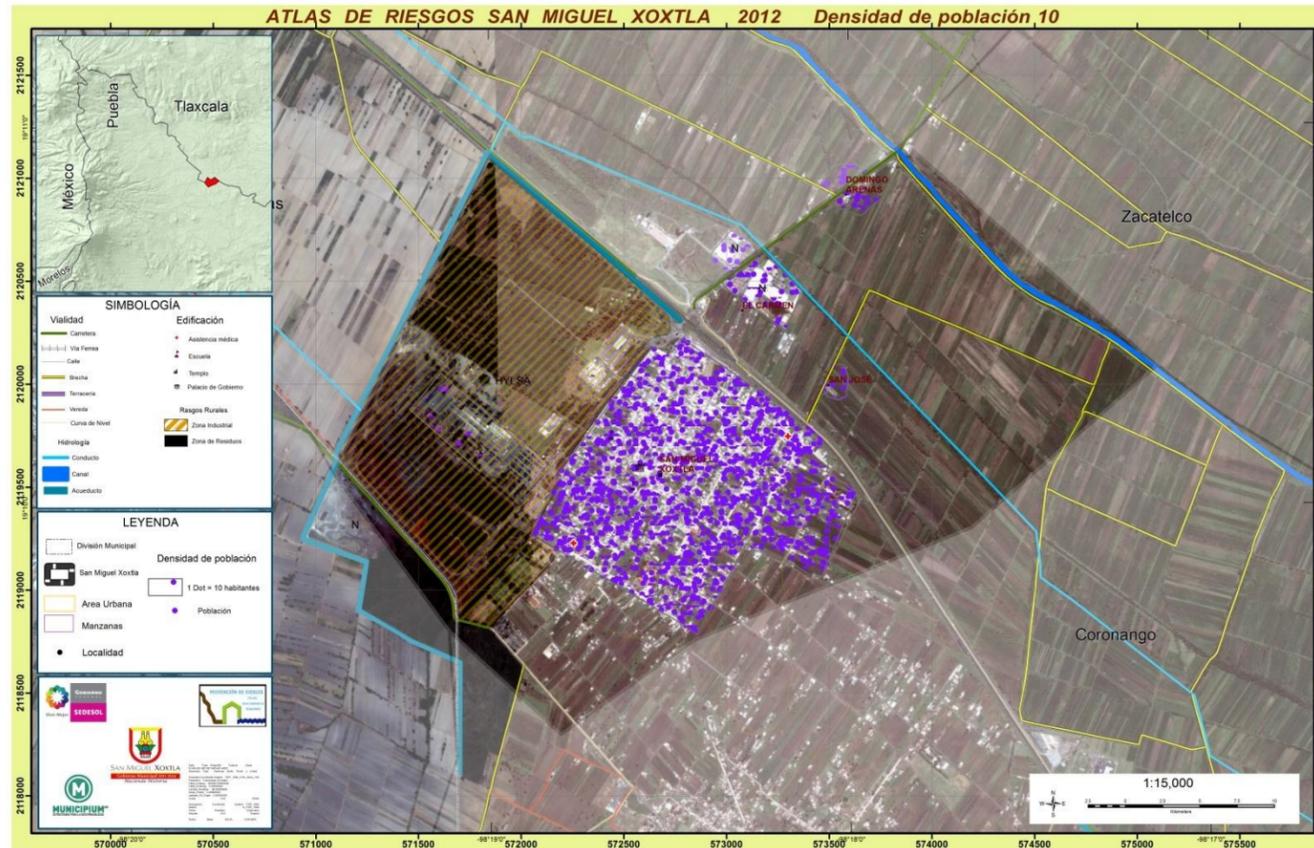


Ilustración 16. Densidad de población

### 4.2. CARACTERÍSTICAS SOCIALES

A continuación se integran los datos estadísticos de las características sociales poblacionales en el Municipio de San Miguel Xoxtla, entre las cuales están el hacinamiento, marginación, pobreza, escolaridad y salud; estas características son el reflejo del bienestar de la población y permite conocer las diferencias básicas entre localidades y los servicios básicos que ofrecen los tres ámbitos de gobierno.

Tabla 19. Escolaridad en San Miguel Xoxtla

Educación	San Miguel Xoxtla	Puebla
Población de 6 y más años, 2010	9,983	5,029,312
Población de 5 y más años con primaria, 2010	3,453	2,135,667
Población de 18 años y más con nivel profesional, 2010	1,048	533,554
Población de 18 años y más con posgrado, 2010	25	38,997
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años, 2010	8.9	8.0
Alumnos egresados en preescolar, 2009	308	136,103
Alumnos egresados en primaria, 2009	223	120,989
Alumnos egresados en secundaria, 2009	303	97,807
Alumnos egresados en profesional técnico, 2009	0	3,882
Alumnos egresados en bachillerato, 2009	147	56,527
Alumnos egresados en primaria indígena, 2009	0	10,299
Personal docente en preescolar, 2009	22	12,303
Personal docente en primaria, 2009	46	27,777
Personal docente en primaria indígena, 2009	0	2,492
Personal docente en secundaria, 2009	38	18,236



Personal docente en profesional técnico, 2009	0	1,953
Personal docente en bachillerato, 2009	24	13,304
Personal docente en Centros de Desarrollo Infantil, 2009	0	67
Personal docente en formación para el trabajo, 2009	0	1,700
Personal docente en educación especial, 2009	0	1,251
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2009	10	13,127
Escuelas en preescolar, 2009	3	5,041
Escuelas en primaria, 2009	4	4,595
Escuelas en primaria indígena, 2009	0	745
Escuelas en secundaria, 2009	2	2,105
Escuelas en profesional técnico, 2009	0	161
Escuelas en bachillerato, 2009	1	1,225
Escuelas en formación para el trabajo, 2009	0	252
Tasa de alfabetización de las personas de 15 a 24 años, 2010	99.4	97.8
Tasa de alfabetización de los hombres de 15 a 24 años, 2010	99.2	97.8
Tasa de alfabetización de las mujeres de 15 a 24 años, 2010	99.5	97.8
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.		
Instituto de Educación del Gobierno del Estado.		

Plantel F-13	Calle Aquiles Serdán S/n, Pueblo San Miguel Xoxtla
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.	

En cuanto al demás equipamiento que tiene que ver con educación, para el referente a cultura, se tiene que para el censo del año 2010 de INEGI, solamente se registró una sola biblioteca pública en todo el territorio municipal.

**Tabla 21. Equipamiento cultural**

Cultura	San Miguel Xoxtla	Puebla
Bibliotecas públicas, 2009	1	613
Bibliotecas en educación básica, media y superior de la modalidad escolarizada, 2009	No disponible	No disponible
Consultas realizadas en bibliotecas públicas, 2009	5,897	4,239,592
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.		

**Tabla 20. Escuelas por niveles y localización en San Miguel Xoxtla**

Escuelas Preescolares	
Nombre	Ubicación
Instituto Particular de Cervantes	Av. Juárez Núm. 38 , Pueblo San Miguel Xoxtla
Juan Jacobo Rousseau	2 de Abril Núm. 72 , Pueblo San Miguel Xoxtla
San Miguel Xoxtla DIF	Francisco I. Madero Plaza Principal S/n , Pueblo
Escuelas Primarias	
Nombre	Ubicación
Aquiles Serdán	2 de Abril Núm. 33 , Pueblo San Miguel Xoxtla
Instituto Particular de Cervantes A. C.	Avenida Juárez Núm. 38 , Pueblo San Miguel Xoxtla
Lic. Adolfo López Mateos	2 de Abril Núm. 33, Pueblo San Miguel Xoxtla
Ricardo Flores Magón	Calle de la Reforma 36, Pueblo San Miguel Xoxtla
Escuelas Secundarias	
Nombre	Ubicación
Emiliano Zapata	Aldama Núm. 1, Pueblo San Miguel Xoxtla
Escuela Secundaria Técnica 20	Zaragoza Núm. 58, Pueblo San Miguel Xoxtla
Escuela Media Superior	
Nombre	Ubicación

## SALUD

En el servicio de salud, con datos del INEGI del Censo de Población de 2010, se puede observar que la mayor parte de la población con derechohabencia está inscrita al IMSS, más de 5,100 personas; en segundo lugar de atención está el seguro popular con casi 800 beneficiados y del ISSSTE se tuvo registro de apenas 262 personas, cabe señalar que todos estos servicios son dados en la cabecera municipal, lo que quiere decir que son equipamientos de nivel regional (para el Municipio). El dato negativo está dado por la población que aun no cuenta con ninguno de estos servicios y que son algo más de 4,500 personas sin atención médica, es decir población en estado de vulnerabilidad.

**Tabla 22. Salud**

	San Miguel Xoxtla	Puebla
Población derechohabiente a servicios de salud, 2010	6919	2,858,894
Población derechohabiente a servicios de salud del IMSS, 2010	5134	1,142,607
Población derechohabiente a servicios de salud del ISSSTE, 2010	262	271,461
Población sin derechohabencia a servicios de salud, 2010	4527	2,848,420



Familias beneficiadas por el seguro popular, 2009	792	602,909
Personal médico, 2009	14	8,499
Personal médico en instituciones de seguridad social, 2009	8	4,006
Personal médico en el IMSS, 2009	8	2,813
Personal médico en el ISSSTE, 2009	0	584
Personal médico en PEMEX, SEDENA y/o SEMAR, 2009	0	43
Personal médico en otras instituciones de seguridad social, 2009	0	566
Personal médico en instituciones de asistencia social, 2009	6	4,493
Personal médico en el IMSS-Oportunidades, 2009	0	542
Personal médico en la Secretaría de Salud del Estado, 2009	6	3,405
Personal médico en otras instituciones de asistencia social, 2009	0	546
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto de Salud del Gobierno del Estado.		

Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario, 2010	2717	1,310,566
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, 2010	2739	1,342,158
Viviendas particulares habitadas que disponen de refrigerador, 2010	2072	874,968
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisión, 2010	2663	1,226,449
Viviendas particulares habitadas que disponen de lavadora, 2010	1784	658,578
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora, 2010	575	287,815
Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.		

De todas estas viviendas muy poco porcentaje sigue teniendo piso de tierra, poco más de 150; la gran mayoría tienen energía eléctrica, agua potable y drenaje, lo cual habla que por lo menos en la cabecera municipal se tiene una buena atención en estos rubros.

Hablando de los enseres con los que se cuentan dentro de las viviendas del mismo censo se desprende que de las 2,808 que existen solo 2,072 tienen refrigerador, 2,662 cuentan con por lo menos un televisor, solo 1,784 cuentan lavadora y una minoría, poco más de 570 tienen computadora.

## HACINAMIENTO

El término se refiere a la situación que padecen algunos seres humanos que habitan u ocupan un determinado espacio y estos superan la capacidad del espacio, el cual debiera contar con algunos parámetros de comodidad, seguridad e higiene.

En San Miguel Xoxtla, el último censo de población de 2010 indica que hay un total de 2,808 hogares habitados, los cuales tienen una media de habitantes de 4.2 residentes por vivienda, muy parecido a la media nacional.

Vivienda	San Miguel Xoxtla	Puebla
Total de viviendas particulares habitadas, 2010	2808	1,391,803
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas, 2010	4.2	4.2
Viviendas particulares habitadas con piso diferente de tierra, 2010	2656	1,235,200
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública en el ámbito de la vivienda, 2010	2626	1,144,569
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje, 2010	2677	1,194,959

Indicadores	2005 [1]		2010 [3]	
	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas	2,189		2,686	
Viviendas sin drenaje	153	7.10	64	2.40
Viviendas sin sanitario [2]	85	3.88	42	1.56
Viviendas con piso de tierra	85	3.95	86	3.22
Viviendas sin energía eléctrica	49	2.24	8	0.30
Viviendas sin agua	82	3.80	106	3.97

[1] SEDESOL. Cálculos propios a partir del II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI. [2] SEDESOL. Cálculos propios a partir del Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad, INEGI [3] SEDESOL. Cálculos propios a partir del Censo de Población y Vivienda 2010. Tabulados del Cuestionario básico: Viviendas, varios cuadros.



## COBERTURA DE SERVICIOS

Como se apuntó, en el Municipio se tienen 2,808 viviendas habitadas, con los siguientes porcentajes de atención donde se ve que ha habido progresos positivos en general, por ejemplo, los servicios como energía eléctrica de 2005 a 2010 pasó de un 2.2% que no tenía a 0.3%; el sistema de drenaje disminuyó de un 6.9% a un 2.3%; solamente el servicio de agua potable se mantiene casi con el mismo déficit, que de 3.7% aumentó a 3.9%.

**Tabla 25. Viviendas habitadas**

San Miguel Xoxtla	2005	2010
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	3.88	3.2
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	3.88	1.56
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	3.75	3.95
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	6.99	2.38
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	2.24	0.3
Estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010		

## MARGINACIÓN Y POBREZA

La importancia de analizar la marginación y la pobreza en el Municipio es porque es la población más vulnerable ya que la pobreza se refiere a la circunstancia económica en la que una persona o un grupo carecen de los ingresos suficientes para acceder a los niveles mínimos de atención médica, alimento, vivienda, vestido y educación. Esto es parte de lo que crea la marginación, entendida como exclusión (tanto social y/o espacial) y privación o dificultad para la normal satisfacción de las necesidades básicas y secundarias, lo cual se mide con diferentes rubros como los que se verán más adelante.

Con respecto a marginación el Municipio tiene un índice bajo de pobreza y marginación, esto se comprueba con los indicadores dados por CONEVAL y CONAPO, los cuales indican que de todos los habitantes de este Municipio hay solamente 570 en pobreza extrema (el 4%), 5,424 (38.4%) en pobreza y en pobreza

moderada el 34%. Estos datos dan un índice de -1.15530; esto quiere decir que su grado de marginación es bajo, por lo que ocupa el lugar 216 con respecto al resto de los municipios del estado.

**Tabla 26. Indicadores de rezago social, 2010**

Indicador	Nacional	Estatal	Municipal
% de población de 15 años o más analfabeta	6.88	10.38	3.31
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	4.77	5.78	2.63
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	41.11	49.09	35.01
% de población sin derechohabiencia a servicios de salud	33.85	49.28	39.03
% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	6.15	9.46	3.47
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	4.66	4.60	1.77
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	11.28	16.17	4.59
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	8.96	12.31	2.68
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	1.82	1.86	0.43
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	33.62	52.06	35.50
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	18.00	36.31	25.09
Índice de rezago social	...	1.06747	-1.15530
Grado de rezago social	...	Alto	Muy bajo
Lugar que ocupa en el contexto nacional	...	5	2,184
Elaboración propia a partir de CONEVAL. Grado de Rezago Social por entidad federativa 2010. Estimaciones del CONEVAL con base en Censo de Población y Vivienda 2010.			

Para obtener estos indicadores, como se comentó, se miden las características socioeconómicas como la educación y escolaridad, donde se tiene una tasa menor a la estatal en cuanto analfabetismo y la no asistencia a la escuela; igualmente en salud se tiene que solo el 33.8% no tiene esta atención contra el estado que su media es de 49%.



En cuanto a vivienda solo el 6% tiene piso de tierra aún y el 4% no tiene excusado; el 11% no tiene agua entubada, el 8% no tiene drenaje y solo el 1.8% no dispone de electricidad, tienen enseres básicos como lavadora, sólo el 36% no la tiene, lo mismo que el 18% que no dispone de un refrigerador, en esto también se tiene ventaja a la media estatal, que es de 52% y de 33% respectivamente.

**Tabla 27. Porcentaje de población según tipo de pobreza, 2010**

Pobreza	Población	%
Población en pobreza	5,424	38.46
Población en pobreza extrema	570	4.04
Población en pobreza moderada	4,854	34.42

CONEVAL. Medición de la pobreza, 2010. Indicadores de pobreza por Municipio. Estimaciones con base en el MCSENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda. 2010.

Los índices que definen la marginación y pobreza por localidad, posicionan solo a 3 localidades muy pequeñas del Municipio con un grado alto, pero como son 3 localidades de menos de 215 habitantes no son representativas; en cambio la cabecera municipal que concentra la mayoría de la población tiene un grado bajo de marginación, por lo tanto le da al Municipio un grado bajo también en cuanto a marginación medida por CONEVAL y SEDESOL.

**Tabla 28. Marginación por localidad**

Clave entidad	Nombre de la entidad	Clave del Municipio	Nombre del Municipio	Clave de la localidad	Nombre de la localidad	Población 2010	Grado de marginación	Estatus	Ámbito	Grado de marginación
21	Puebla	136	San Miguel	211360004	Barrio del Miguel	101	Alto	Activa	Rural	Muy bajo
21	Puebla	136	San Miguel	211360002	San José	13	Alto	Activa	Rural	Muy bajo
21	Puebla	136	San Miguel	211360003	San José	215	Alto	Activa	Rural	Muy bajo
21	Puebla	136	San Miguel	211360001	San Miguel	11,269	Bajo	Activa	Urbano	Muy bajo

Estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010  
SEDESOL. Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias

El comportamiento positivo en cuanto a marginación del Municipio se puede apreciar en la siguiente tabla con datos que aporta SEDESOL, y que lo sitúan como uno de los municipios con menor porcentaje de pobreza en el año 2010.

**Tabla 29. Tabla de Municipios con mayor y menor porcentaje de población en situación de pobreza, 2010**

Municipio	Pobreza			Pobreza extrema		
	Porcentaje	Personas	Carencias	Porcentaje	Personas	Carencias
Municipios con mayor porcentaje de población en pobreza						
Coyomeapan	93.9	6,692	3.5	58.7	4,183	4.0
Eloxochitlán	93.6	6,368	3.6	62.2	4,234	4.0
Zoquitlán	93.1	11,122	3.7	58.3	6,963	4.2
Chichiquila	92.3	15,192	3.7	57.1	9,392	4.1
Chilchotla	92.0	10,516	3.7	55.0	6,286	4.2
Municipios con menor porcentaje de población en pobreza						
Cuautlancingo	37.5	38,765	2.5	4.8	4,975	3.8
San Miguel Xoxtla	38.5	5,424	2.2	4.0	570	3.6
Puebla	39.9	732,154	2.7	6.0	110,012	3.9
San Pedro Cholula	49.1	43,931	2.7	9.9	8,871	3.8
Teziutlán	52.2	49,560	2.8	9.9	9,388	4.1
Total de municipios en el estado: 217						

Nota: las estimaciones municipales de pobreza 2010 han sido ajustadas a la información reportada a nivel estatal en julio de 2011.

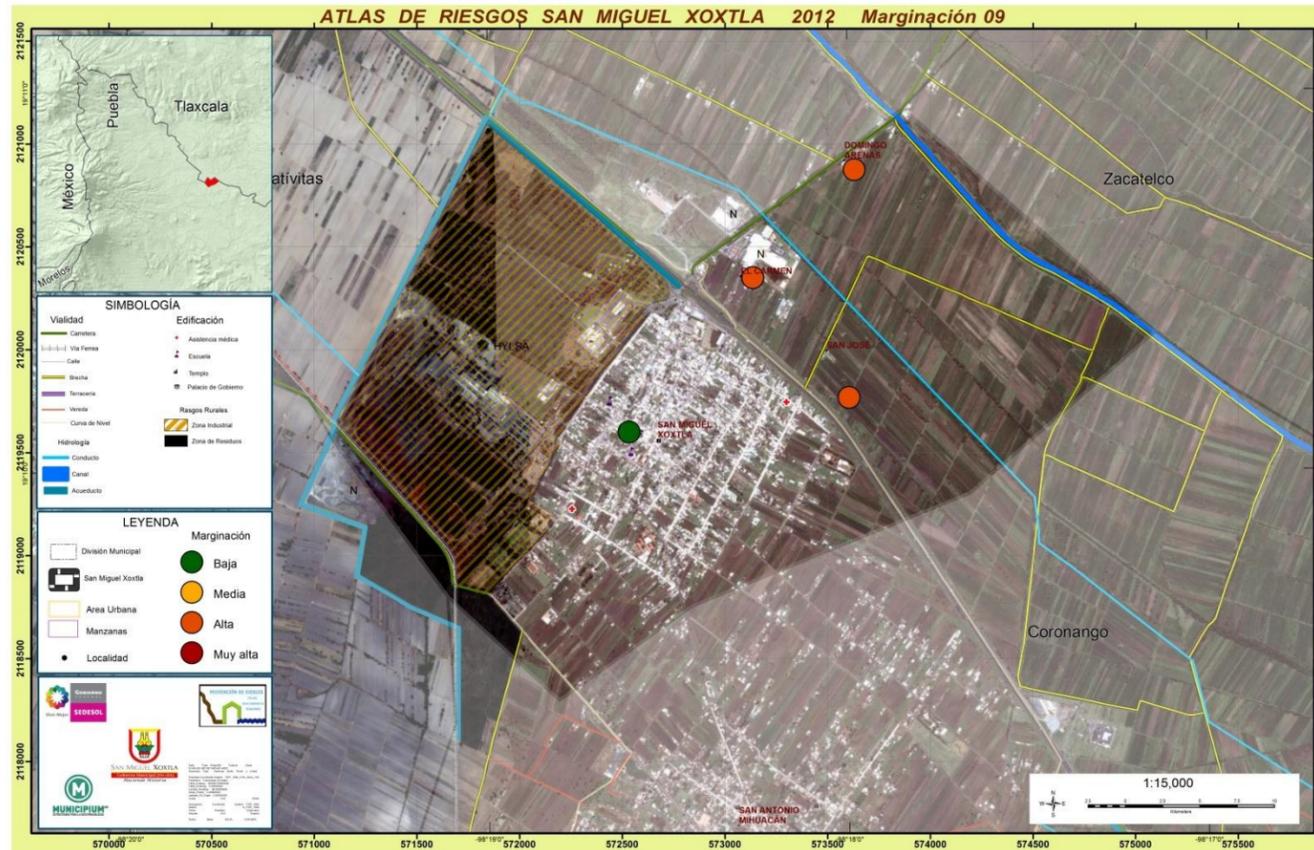


Ilustración 17. Marginación

## POBLACIÓN INDÍGENA

Por presentar en ocasiones problemas de inclusión, se toma en cuenta para marginación la población indígena para, por si es el caso, tener una atención gubernamental especial, en el caso del Municipio se muestra que existen algunas familias del grupo náhuatl. De acuerdo a los resultados que presenta el II Censo de Población y Vivienda del 2005, en el Municipio habitan un total de 86 personas que hablan alguna lengua indígena, es decir solo el 0.74% de la población se considera indígena.

Tabla 30. Tabla resumen de marginación Municipio de San Miguel Xoxtla

	2005	2010				
Índices sintéticos e indicadores						
Grado de marginación municipal	Muy bajo	Muy bajo				
Lugar que ocupa en el contexto estatal	7	5				
Lugar que ocupa en el contexto nacional	2,260	2,265				
Grado de rezago social municipal	Muy bajo	Muy bajo				
Indicadores de rezago en vivienda						
Localidades por grado de marginación	Número	%	Población	Número	%	Población
Grado de marginación muy alto						
Grado de marginación alto	1	25.00	35	3	75.00	329
Grado de marginación medio	1	25.00	74			
Grado de marginación bajo				1	25.00	11,269
Grado de marginación muy bajo	1	25.00	10,545			
Grado de marginación n.d.	1	25.00	10			
Total de localidades (Iter,2005 y 2010)	4	100	10,664	4	100	11,598
Estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010						

Tabla 31. Población hablante de lengua indígena, 2010

	Nacional	Estatad	Municipal	
Población total	3 años y más	104,781,265	5,388,416	10,728
	5 años y más	100,410,810	5,149,377	10,212
Población hablante de lengua	3 años y más	6,913,362	617,504	86
	5 años y más	6,695,228	601,680	85
Porcentaje de población	3 años y más	6.60	11.46	0.80
	5 años y más	6.67	11.68	0.83

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.



## POBLACIÓN CON LIMITANTES

En el Municipio de San Miguel Xoxtla, por los datos más actualizados de INEGI, se puede observar que las mayores limitaciones que tiene la población son las del uso de lentes, es decir problemas de visión, aunados a problemas para escuchar; en un tercer lugar está la población que tiene dificultades para comunicarse. Estos mismos datos nos muestran que un 94% de la población no tiene dificultades para realizar sus actividades (para su revisión completa, se muestra esta misma tabla por AGEB y localidad como anexo en este mismo documento).

**Tabla 32. Tabla de Limitantes en San Miguel Xoxtla**

POBTOT	Población con limitación para ver, aún usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Personas con dificultad o con alguna limitación mental.	Población sin limitación a la actividad		
11598	464	257	143	38	57	22	10	35	10923

Fuente: Principales datos por AGEB y Manzana Urbana. INEGI 2010. Censo de población y vivienda. DISCAPACIDAD

### 4.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN LA ZONA

En el Municipio de San Miguel Xoxtla, la actividad económica preponderante es la agricultura, donde predominan los recursos del campo que son de cultivo de temporal (superficie total sembrada: 489 has. y superficie de temporal: 483 has.), se cultiva principalmente maíz de grano (450 has.), y en hortalizas produce frijol y calabacita. Parte de los productores se dedican a la fruticultura obteniendo capulín y chabacano.

También se cuenta en el territorio municipal con actividad ganadera que tiene cría de ganado bovino (para leche), equino, caprino y porcino principalmente, incluyendo además el asnal y mular. También existe la cría de conejo y de una gran variedad de aves, con producción de huevo para plato. En actividades secundarias, se tiene la actividad de minería dedicada a la extracción de minas de arcilla.

En lo referente a actividades terciarias o de servicios, el abasto para el Municipio es a través de un tianguis y tiendas de conveniencia (con una gran variedad de establecimientos comerciales como papelería, frutas, legumbres, venta de ropa, reparación de automóviles y camiones, reparación de bicicletas, salones de belleza y peluquerías, limpieza, asesoría y estudios técnicos de ingeniería y arquitectura, preparación de alimentos, etc.).

**Tabla 33. Actividades primarias**

	San Miguel Xoxtla	Puebla
Superficie sembrada total (Hectáreas), 2009	489	994,399
Superficie sembrada de maíz grano (Hectáreas), 2009	450	597,143
Superficie sembrada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2009	39	271,296
Superficie cosechada total (Hectáreas), 2009	389	629,790
Superficie cosechada del resto de cultivos nacionales (Hectáreas), 2009	39	246,193
Superficie sembrada de temporal (Hectáreas), 2009	483	836,679
Superficie mecanizada (Hectáreas), 2009	298	546,506
Volumen de la producción de carne en canal de ovino (Toneladas), 2009	1	3,576
Volumen de la producción de carne en canal de gallináceas (Toneladas), 2009	4	157,257
Volumen de la producción de carne en canal de guajolotes (Toneladas), 2009	1	2,281
Volumen de la producción de leche de bovino (Miles de litros), 2009	482	395,211
Volumen de la producción de leche de caprino (Miles de litros), 2009	35	1,684
Volumen de la producción de huevo para plato (Toneladas), 2009	11	484,113
Volumen de la producción de miel (Toneladas), 2009	1	3,190
Superficie sembrada de riego (Hectáreas), 2009	6	157,719

INEGI y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

**Tabla 34. Actividades secundarias**

	San Miguel Xoxtla	Puebla
Usuarios de energía eléctrica, 2009	3106	1,671,733
Volumen de las ventas de energía eléctrica (Megawatts-hora), 2009	11870	6,777,637
Valor de las ventas de energía eléctrica (Miles de pesos), 2009	15324	8,102,234
Inversión pública ejercida en obras de electrificación (Miles de pesos), 2009	0	67,867

INEGI y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

La conectividad se da a través de una central telefónica automática con 559 líneas en servicio, así como correo. Recibe la señal de cadenas TV y de estaciones radiodifusoras estatales y nacionales.

Así se tiene que la localidad más importante, ya del tipo urbano, por su número de habitantes, es la cabecera municipal de San Miguel Xoxtla.

<b>Tabla 35. Actividades terciarias</b>	<b>San Miguel Xoxtla</b>	<b>Puebla</b>
Tianguis, 2009	<b>1</b>	<b>240</b>
Mercados públicos, 2009	<b>0</b>	<b>154</b>
Centrales de abasto, 2009	<b>0</b>	<b>3</b>
Aeropuertos, 2009	<b>0</b>	<b>2</b>
Oficinas postales, 2009	<b>1</b>	<b>1,016</b>
Automóviles registrados en circulación, 2010	<b>1304</b>	<b>721,975</b>
INEGI y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SAGARPA Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.		

#### **4.4. ESTRUCTURA URBANA**

El Municipio de San Miguel Xoxtla, colinda con el Municipio del estado de Tlaxcala, al Sur con el Municipio de Juan C. Bonilla, al Este con el Municipio de Coronango y al Oeste con el Municipio de Tlaltenango, a una altura de 2,190 msnm y con una topografía desigual y sinuosa, que aunque no presenta ningún accidente orográfico de importancia, si rige en gran parte la traza que tiene el mayor poblado del Municipio que es la cabecera municipal, una traza combinación de “damero” y “plato roto”; en esta localidad se concentra la mayor parte de la población, la otra parte de la población, menos del 3%, se encuentran asentados en 3 localidades menores a 200 personas, lo que hace que San Miguel Xoxtla sea el centro de atención y reunión para actividades sociales y económicas, aparte que toda la atención gubernamental se dirija primero a esta importante población que por cierto, tiene bajos niveles de pobreza comparado con otros municipios del mismo rango; el punto negativo es que las otras 3 localidades están dispersas y marginadas y si presentan problemas de pobreza en índices altos. Con esta disposición territorial se advierte que hay una relación de concentración dispersión grave, que debe de atender a los más vulnerables en las localidades más pequeñas.

La conexión a este Municipio está dada por una extensa red de carreteras de terracería, caminos y brechas que comunican a las localidades con la cabecera y a su vez con los municipios vecinos, uniéndolo así al resto del estado, con varias compañías que dan servicio de transporte del tipo privado.



## CAPÍTULO V

# IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS, PELIGROS Y VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS PERTURBADORES DE ORIGEN NATURAL

que cortan toda la corteza terrestre. Con frecuencia, los planos de falla sirven como conductores para el ascenso de soluciones hidrotermales que forman las vetas iniciales. Las fallas pueden ser activas e inactivas y pueden tener expresión directa e inversa en el relieve, en otro caso no se reconocen en la superficie terrestre o se infieren por determinados rasgos del relieve.

El Municipio de San Miguel Xoxtla se localiza en una depresión de carácter tectónico que se dispone desde la porción baja del volcán Tláloc en el extremo Norte de la sierra nevada, hasta la ciudad de Oaxaca, conocida como la falla de Oaxaca. Dicha depresión está en contacto con dos grandes estructuras volcánicas pertenecientes a la provincia del eje Neovolcánico; en el extremo occidental los depósitos del piedemonte del volcán Iztaccihuatl y al Oriente el extremo inferior del piedemonte del volcán La Malinche.

En la cartografía geológica existente a escala 1:250, 000 no se documentan fallas de importancia, sin embargo no deben descartarse, al localizarse el Municipio en este ambiente tectónicamente activo.

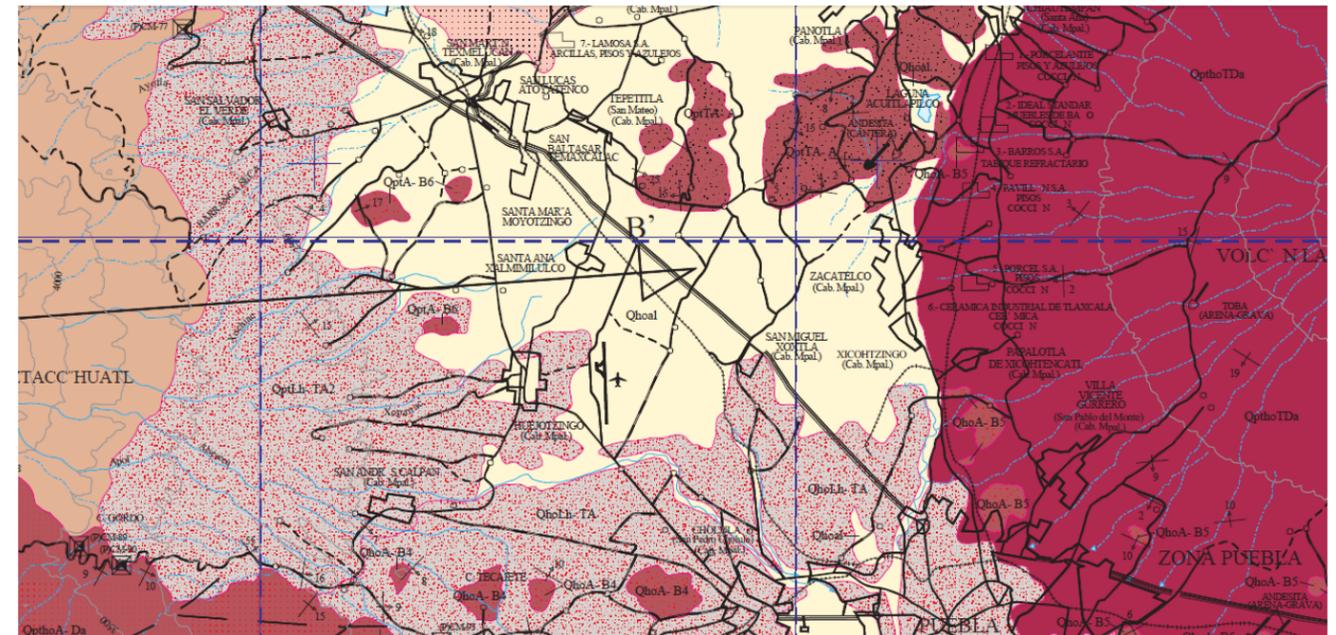


Ilustración 18. Servicio Geológico Mexicano. Carta Geológico-Minera E14-3 Veracruz1992. González P, G.J; De Gante González, J.A; Juárez Serrano, P.G. y Posada, A.E. Registro de la sismicidad del estado de Puebla (diciembre de 1985 a junio de 1991). 2002.

### 5.1. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN GEOLÓGICO

#### 5.1.1. FALLAS Y FRACTURAS

El término de falla (*fault*) se utilizó por primera vez en 1802 por Play fair. Es un plano o zona de ruptura en el sustrato rocoso a lo largo de la cual se produce un desplazamiento. Una falla con desplazamiento vertical forma un bloque levantado y otro hundido; cuando la falla está inclinada resulta un bloque del bajo y un bloque del alto. Los tipos principales de falla son: normal, inversa, de desplazamiento vertical y lateral. Las dimensiones de los desplazamientos varían de algunos centímetros de longitud hasta las de fallas profundas



configuración de curvas de nivel que condicionan la flexión de otros marcadores geomorfológicos como las corrientes fluviales.

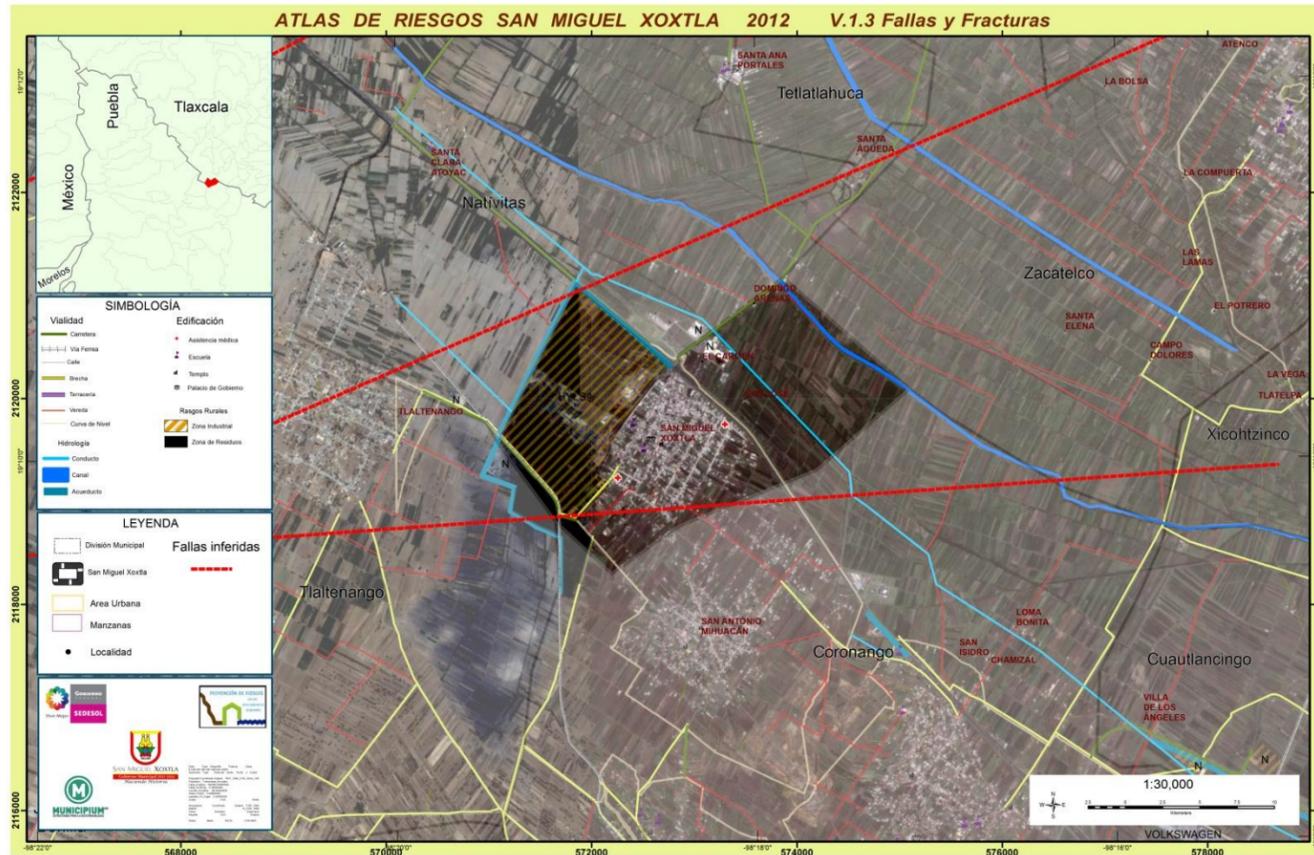


Ilustración 19. Fallas y fracturas

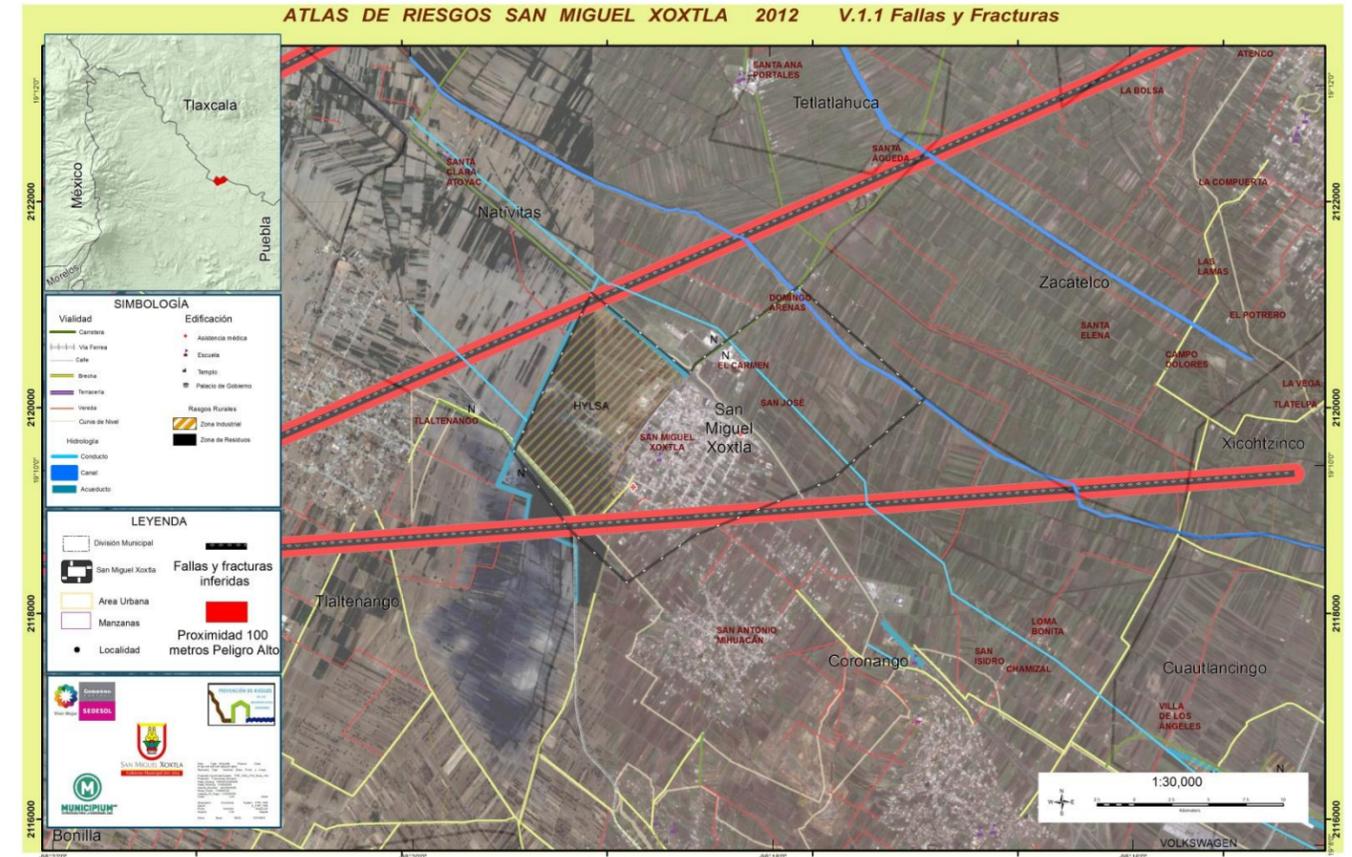


Ilustración 20. Fallas y fracturas.

## METODOLOGÍA

Las fallas de San Miguel Xoxtla fueron inferidas con base en criterios geomorfológicos, la expresión que adquieren las curvas de nivel en un lugar emplazado en un ambiente tecto-volcánico activo. En ese lugar hay rasgos geomorfológicos que indican la presencia de una estructura geológica activa que fue delimitada como falla, sin que se haya hecho reconocimiento en campo, pero sí en cuanto morfo alineamientos que desarrollados en la parte baja de un piedemonte volcánico hace suponer la existencia de una serie de fallas activas. Se tiene el desarrollo de rasgos morfológicos típicos de la actividad de una o varias fallas en la

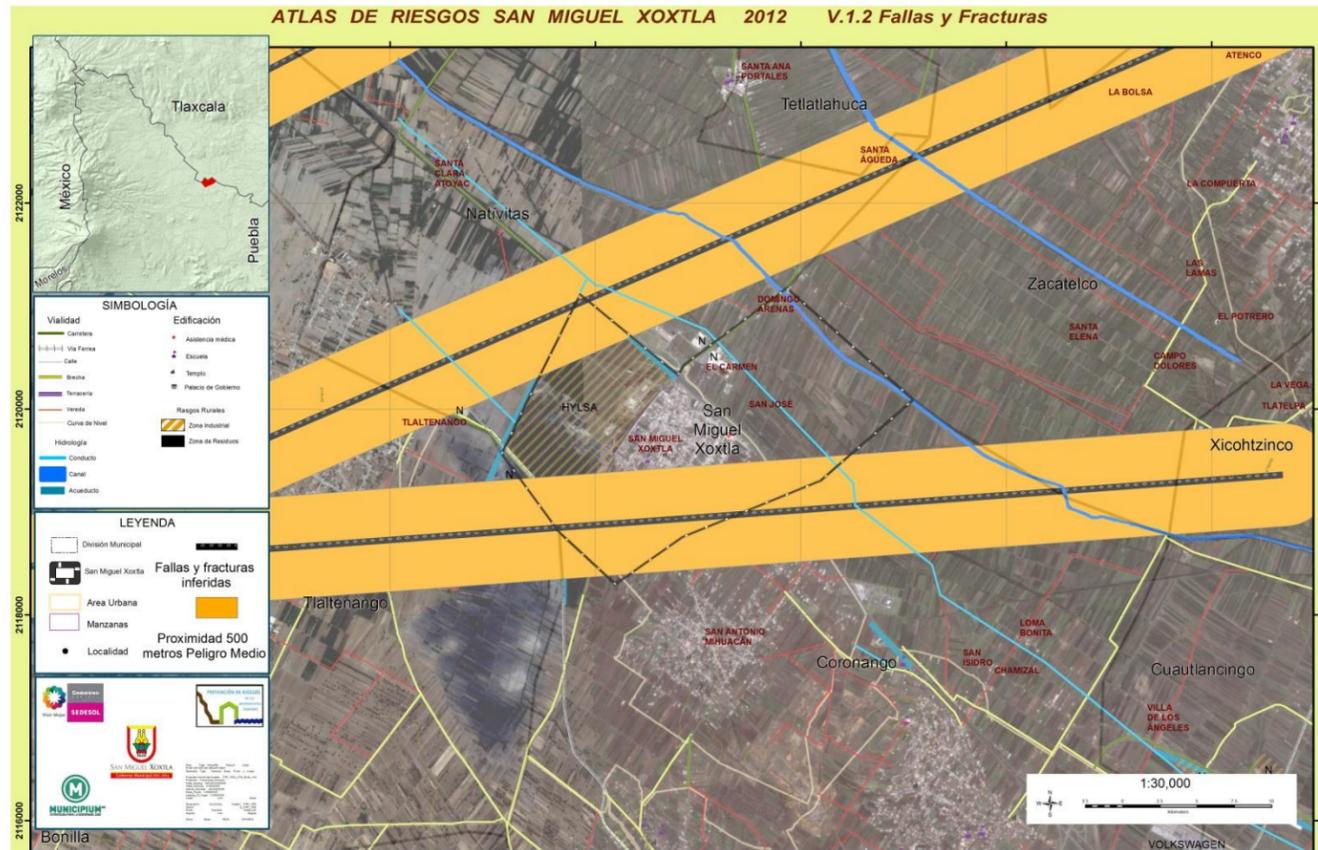


Ilustración 21. Fallas y fracturas.

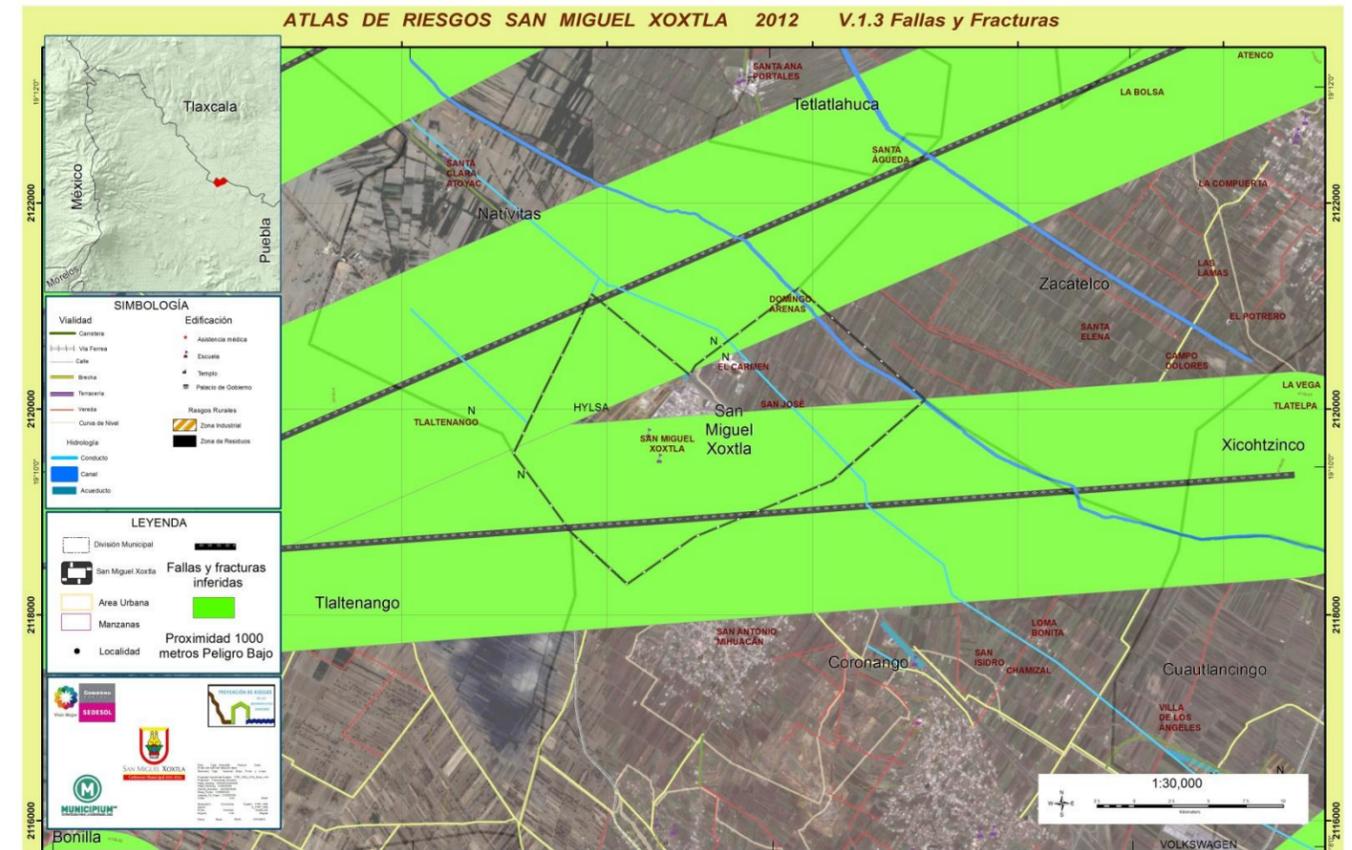


Ilustración 22. Fallas y fracturas.

### 5.1.2. SISMOS

Debe ser perceptible la sismicidad generada en este sector del estado de Puebla. Según González *et al* (1992), los sismos que recurrentemente se han presentado en esta área van desde aquellos cuyo hipo foco se localiza a menos de 30 km de profundidad, y hacia la ciudad de Puebla profundizan hasta los 60km.

Por su localización en las cercanías con la autopista a Puebla es posible la existencia de datos referentes a la sismicidad, para efectos de nivelación y de las posibles afectaciones a la cinta carretera.

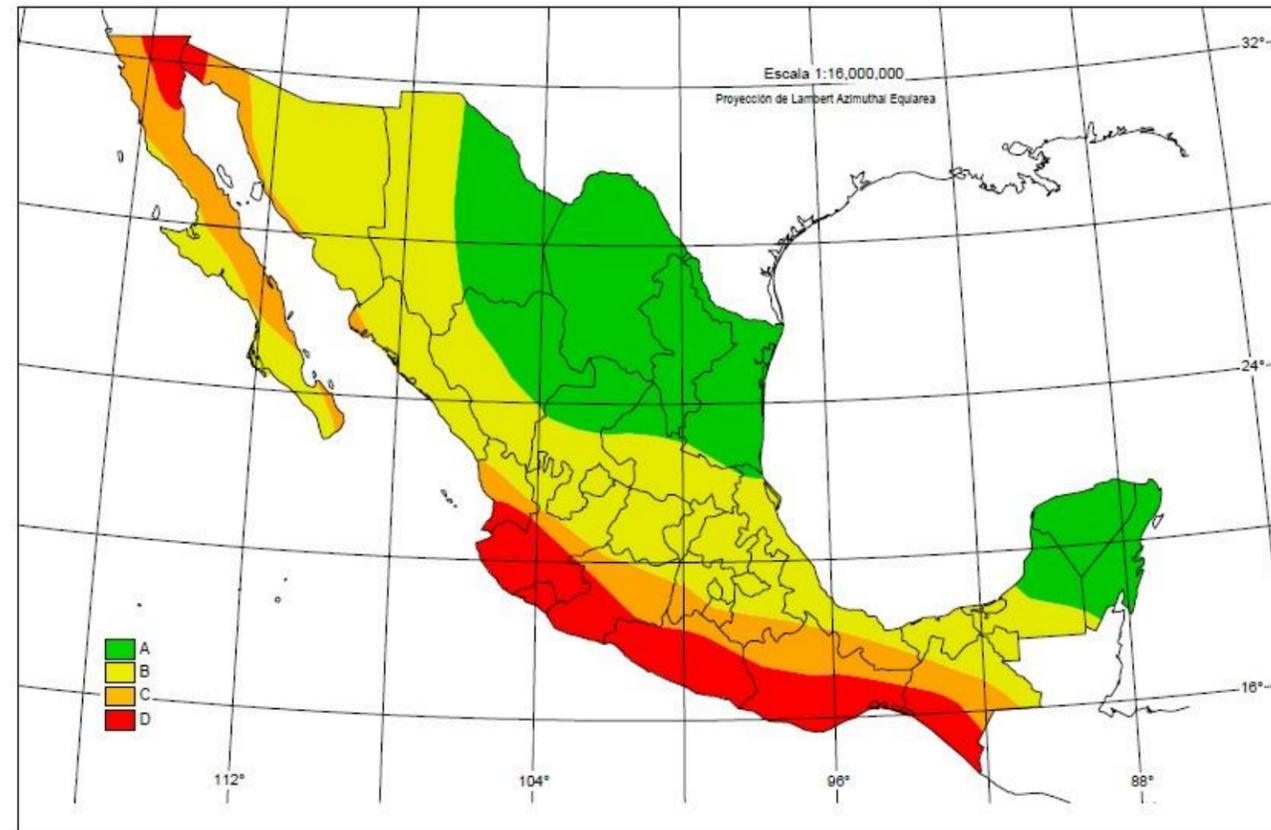


Ilustración 23. Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México.

Ésta cuenta con cuatro zonas. La zona A es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (g). En la zona D han ocurrido con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de g. Las zonas B y C, intermedias a las dos anteriores, presentan sismicidad con menor frecuencia o bien, están sujetas a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de g.

La aceleración sísmica es un parámetro dinámico que puede ser medido instrumentalmente en unidades como los gals (valores de gravimetría o densidad media de los materiales que componen a la corteza, en esa

medida la aceleración de los objetos es diferente), porcentaje de la gravedad o en  $cm/s^2$ . El valor de la fuerza gravitacional de la Tierra (g), es igual a 981 gals o a  $981 cm/s^2$ .

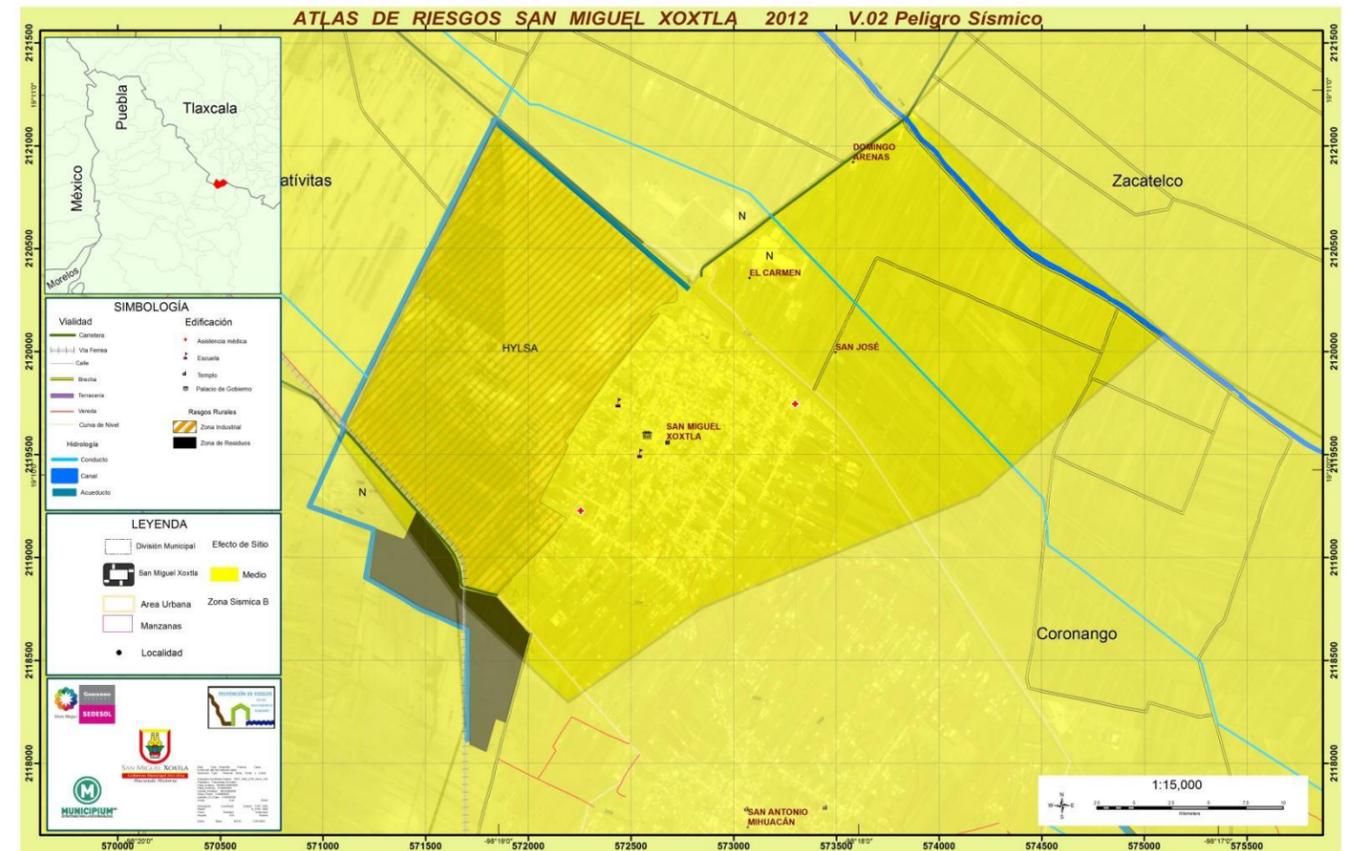


Ilustración 24. Peligro sísmico.

Cuando no se cuenta con un acelerómetro en el sitio, se puede calcular el valor de la aceleración para una determinada magnitud, utilizando ecuaciones empíricas ya definidas por varios autores y sustentadas en bases de datos a nivel mundial sobre registros de aceleración. Casi todas las reacciones utilizan la magnitud y las distancias entre el foco y el lugar de la obra.

El poder determinar la posible aceleración máxima generada por una fuente sísmica, es de sumo interés debido a que, los diseños de los edificios y otras obras para aceleraciones superiores a 0.25 g, encarecen la



obra, sin embargo, algunos ingenieros estructurales consideran que este sobre-costos no sobrepasa el 5% del valor total de la estructura.

que la velocidad, a unos 50km/h; sin embargo también aumenta la altura de la ola.  
<http://www2.udec.cl/gema/Tsunamis.html>

En el caso del Municipio de San Miguel Xoxtla no aplica la ocurrencia del tsunami debido a la distancia al mar de 235km y la altitud de 2,200msnm. Dicho fenómeno suele estar muy relacionado con la zona de contacto entre el mar y las tierras emergidas (costas), generado por sismos, caída de grandes bloques de hielo o de tierra y movimientos tectónicos que originan olas capaces de cubrir varios metros y hasta kilómetros de las zonas habitadas cercanas al mar.

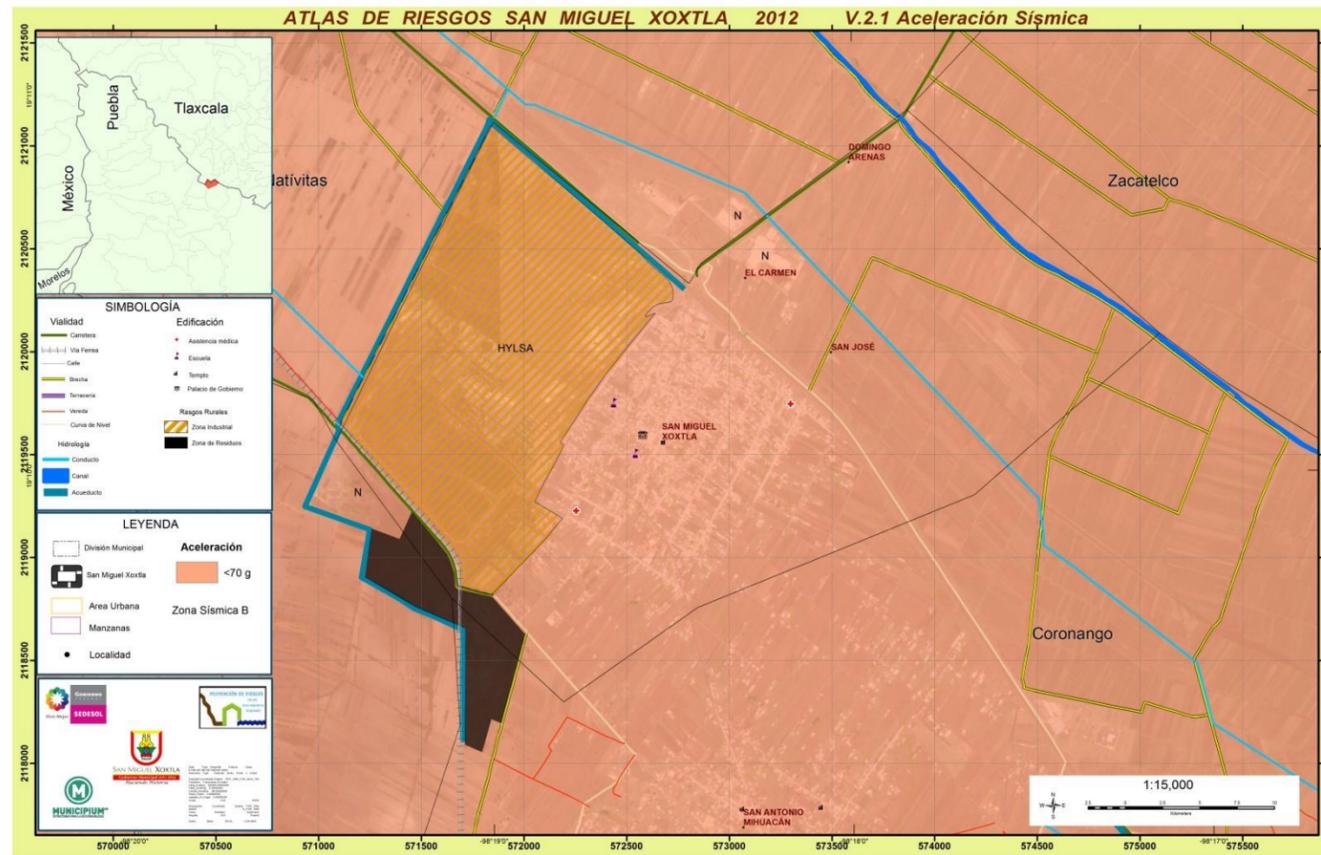


Ilustración 25. Aceleración sísmica.

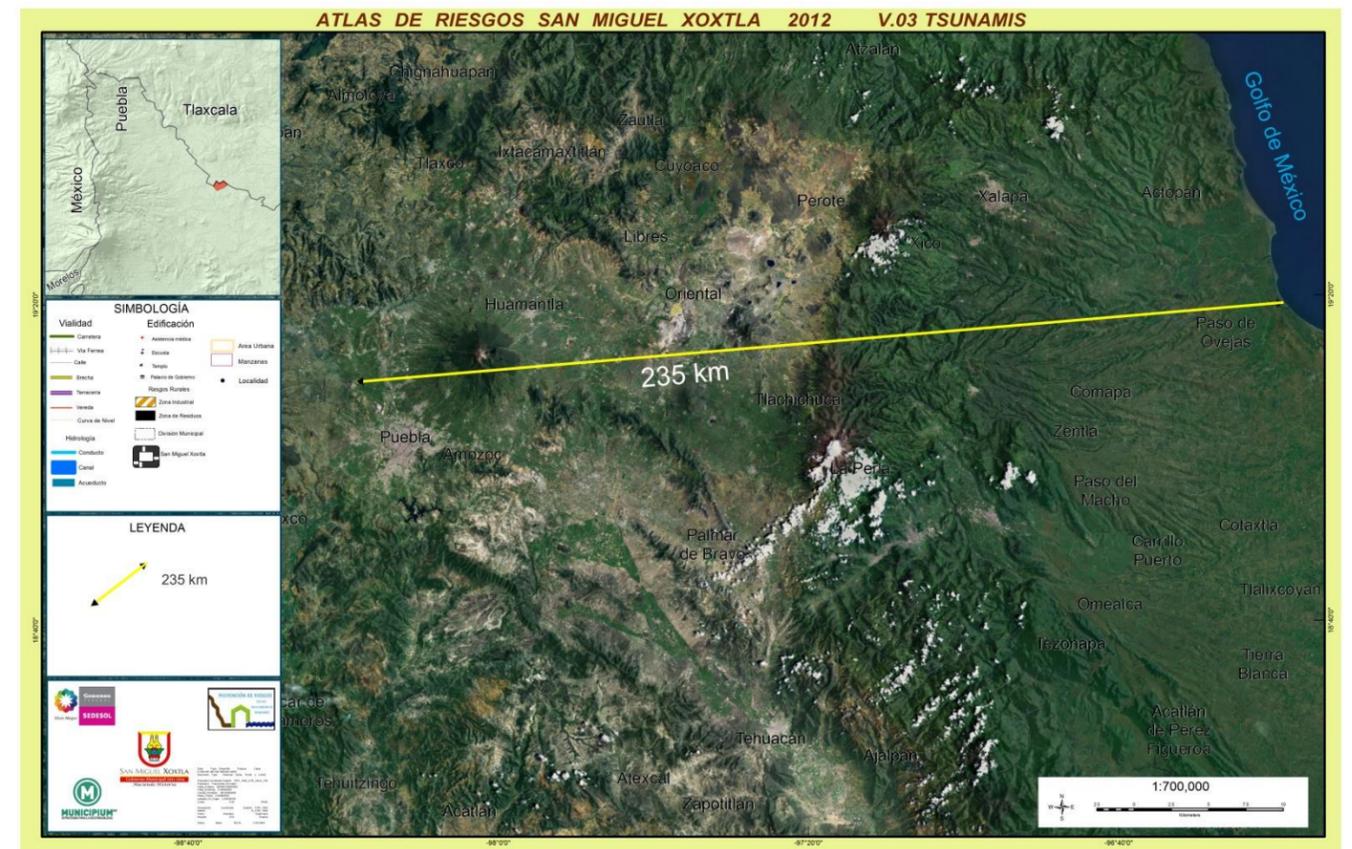


Ilustración 26. Tsunamis.

### 5.1.3. TSUNAMIS O MAREMOTOS

El Tsunami es una perturbación ocurrida en el mar por movimiento del fondo marino: por ondas sísmicas, desplazamiento de una falla o derrumbes submarinos; que generan el desplazamiento de grandes masas de agua (olas) que se propagan radialmente en todas direcciones. La velocidad de propagación es del orden de 700km/h, similar a un jet de aerolínea, que al llegar a la costa, su longitud de onda disminuye, lo mismo



Por ejemplo en el año 2011, un epicentro de terremoto de aproximadamente 8° de escala Richter se registro en el Océano Pacífico, a 130km al este de Sendai Honshu, a las 14:46 hora local. Se situó a 373km de Tokio, capital de Japón, de acuerdo al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Tras el terremoto se generó una alerta de tsunami para la costa de Japón y otros países como: Nueva Zelanda, Australia, Rusia y México entre otros. La alerta de tsunami emitida por Japón fue la más alta en su escala local, lo que implica, una ola de 10m de altura. Finalmente la ola que llego a la costa de Japón fue de 0.5m; en la Prefectura de Iwate en Japón la ola alcanzó 4m de altura; y en la Prefectura de Miyagi la ola alcanzó los 10m, barrio con coches y edificios a medida que se adentraba en tierra.

### 5.1.4. VULCANISMO

El vulcanismo, es la actividad interna de la tierra que debilita o usa las debilidades existentes, como las fracturas y agrietas de la corteza terrestre, lo que permite la salida de roca fundida, así como emisiones de gases a la atmosfera. Las zonas de debilidad de la corteza terrestre se localizan a lo largo de los límites de las placas tectónicas. Cuando el magma y los gases alcanzan la superficie a través de chimeneas o fisuras de la corteza, forman estructuras geológicas llamadas volcanes. En México gran parte del vulcanismo está relacionado con la zona de subducción formado por las placas de Rivera y Cocos, en conjunto con la placa Norteamericana, que tiene su expresión volcánica en la Faja del Eje Neovolcánico Transversal, la orientación de sus elevaciones va de Este-Oeste, (Espíndola, 1999). Los volcanes se forman a partir de fisuras en la corteza, en la que se acumula una gran cantidad de magma que tiende a salir y formar un cono de materia volcánica; la mayoría de los volcanes son estructuras compuestas formadas en parte por corrientes de lava y material fragmentado.

Los aportes eruptivos del volcán la Malinche y las coberturas que se han generado por la caída de ceniza volcánica proveniente del Popocatepetl, y algunos aparatos volcánicos que circundan al Municipio (de los cuales no se tiene registro histórico de actividad eruptiva), consolidan la riqueza agrícola y la permeabilidad de los suelos, que radica en los aportes minerales de la actividad volcánica que se dio en el cuaternario, Ilustración 27. Su relieve es homogéneo, con pendientes poco pronunciadas acordes a su ubicación sobre el piedemonte: al suroeste del volcán la Malinche y al Noreste del volcán Popocatepetl, en lo que corresponde a la formación de un pequeño valle, en los límites de los Estados de Puebla y Tlaxcala.

Los volcanes activos que representan un peligro para la población de San Miguel Xoxtla son el Popocatepetl y el Pico de Orizaba, a pesar de ubicarse en las faldas del volcán la Malinche, no se cataloga hasta el momento como de peligro ya que dicho volcán se considera inactivo.

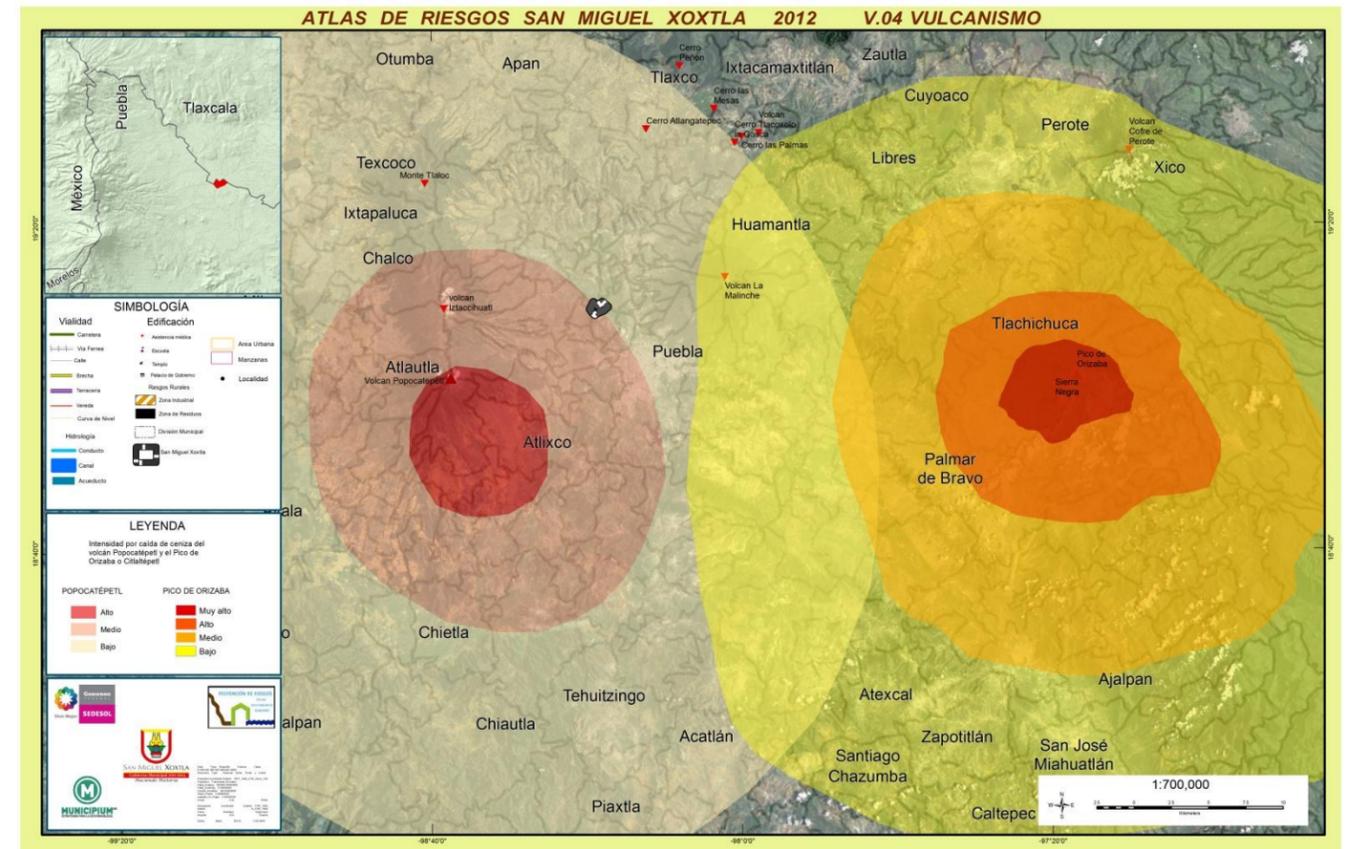


Ilustración 27. Vulcanismo.

El Popocatepetl, abarca los Estados de México, Morelos y Puebla, a una altitud de 5,426msnm, identificado como un estratovolcán, que ha mantenido una actividad constante desde 1994 hasta la fecha, principalmente de erupciones de ceniza. El Municipio no se ve afectado por escurrimientos de lava del Popocatepetl, de acuerdo a su distancia de 36.28km; la afectación más notoria está dada por la caída de ceniza que alteraría la vida cotidiana. Se estima un aproximado de 5 milímetros de espesor de ceniza, causando daños a la cosecha, contaminación de cuerpos de agua y al abastecimiento de agua. La ceniza



afectaría la visibilidad y la tracción de los camiones y automóviles, generar cortes de energía eléctrica, así como afectación a las vías respiratorias e irritación en ojos.

El Pico de Orizaba, tiene una altitud 5,700msnm, abarca los Estados de Veracruz y Puebla, también considerado un estratovolcán, con la última erupción registrada en 1846. El Municipio se ubica a una distancia de 113.00 km. Se estima que la afectación por caída de ceniza sería mínima, catalogada dentro de una afectación muy baja, originando las afectaciones señaladas en el párrafo anterior.

### 5.1.5. PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA (DESLIZAMIENTOS, DERRUMBES Y FLUJOS)

La ocurrencia de dichos fenómenos, se limita sobre todo por la falta de orografía, cambios de pendiente pronunciada y la existencia de grandes escurrimientos que pudiesen dar origen a los procesos de remoción en masa. Así que por tal motivo no aplica el desarrollo de estos temas.



Ilustración 28. Procesos de remoción en masa.

### 5.1.6. HUNDIMIENTOS

Un hundimiento es un movimiento de la superficie terrestre en forma vertical descendente, dicho movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad. Si el hundimiento es lento de (cm, o m por año), suele ser una superficie amplia relacionada con subsidencias. El hundimiento rápido o repentino (m/s), determina un colapso.



Otra forma de entender y estudiar los hundimientos puede ser de manera regional y local: de manera regional, se manifiesta el descenso de la superficie del terreno en una determinada área, directamente relacionado con la extracción de agua subterránea. Los suelos que favorecen el proceso de hundimiento son de tipo: aluviales, aluvio-lacustres; o en suelos que contienen arcillas, limo, arenas y grabas; el hundimiento local causado por colapso de suelo o de roca en zonas donde existen huecos o cavidades producidas por excavaciones, obras subterráneas, por la injerencia del hombre (fungiendo como un agente erosivo), erosión interna. Cuando se presenta un hundimiento por colapso generalmente es súbito y devastador, (Gutiérrez, 2006).

Dentro del Municipio de San Miguel Xoxtla hay poca evidencia de hundimientos en el terreno que pudieran ser causa de afectación a la comunidad; sin embargo, la información cartográfica Ilustración 28 demuestra que se ubica dentro del área de hundimiento regional, establecida por incremento en la extracción de agua en el Estado de Puebla. Dicho hundimiento se genera por la influencia del abatimiento de los niveles freáticos, la compactación y suspensión de arcillas por cambio de humedad en el suelo, sobre todo en la dinámica del suelo (Regosol). Sin olvidar la presión que genera el crecimiento de la zona urbana, al generar un cambio en el uso de suelo de lo rural a lo urbano.

En el mapa de hundimientos, se aprecian dos zonificaciones distintas, ya que de acuerdo a las fuentes que se investigaron determinan la intensidad del hundimiento en San Miguel Xoxtla. El Instituto de Geografía de la UNAM determina que toda la superficie del Municipio es una zona que tiene una subsidencia moderada, es decir que el hundimiento es catalogado como medio. La otra fuente consultada (SEMARNAT) indica que la parte Sur y Oeste del Municipio tiene indicios de hundimientos, por lo que se determina que esta zona es de peligro medio.

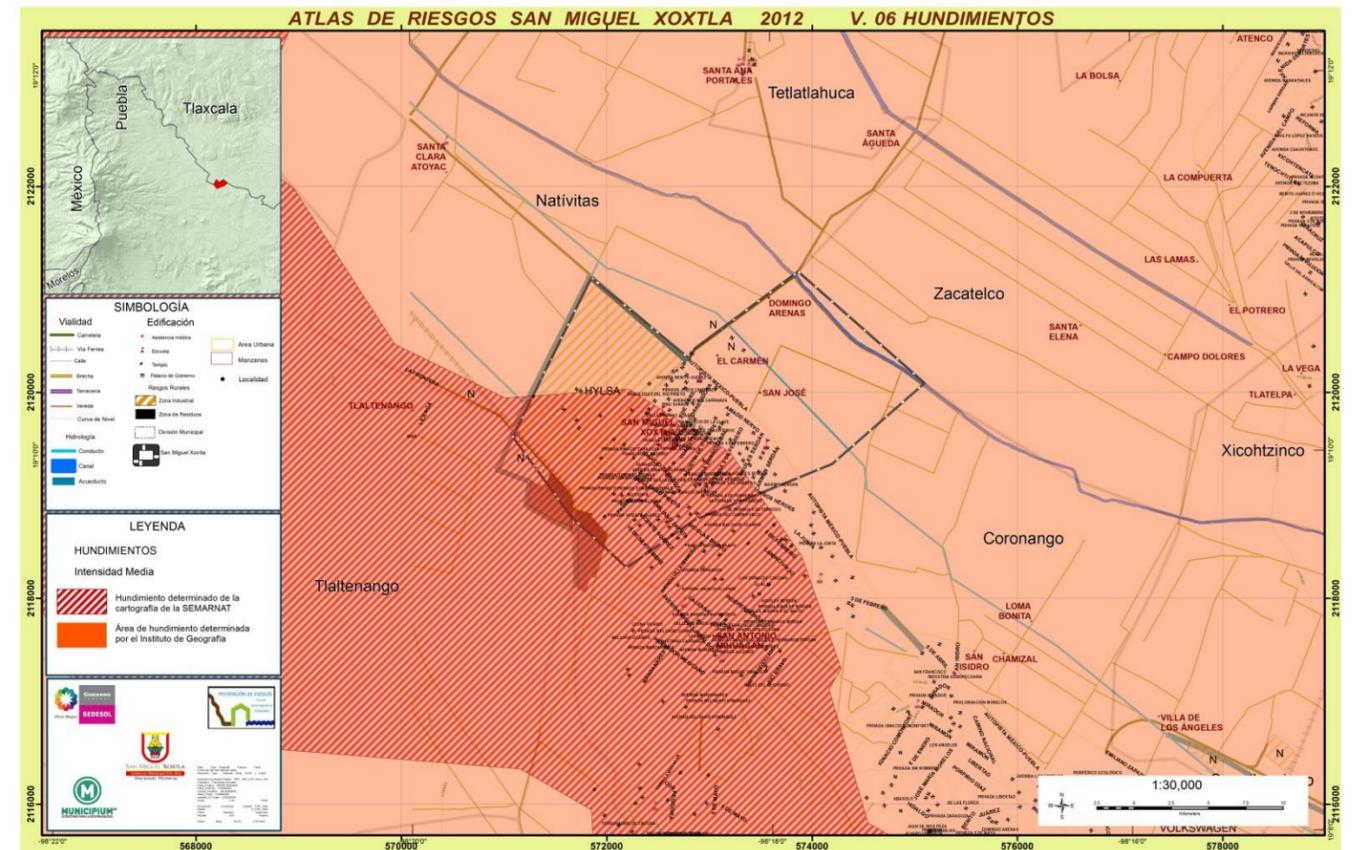


Ilustración 29. Área propensa a hundimientos

### 5.1.7. EROSIÓN

La erosión hace mención de la pérdida de suelo, proceso que se inicia cuando el viento y el agua ejercen su fuerza sobre el suelo desnudo, disgregando partículas que serán arrastradas y depositadas a cierta distancia según su tamaño. La erosión se entiende como un proceso natural, pero la pérdida de la capa superficial del suelo está relacionada con la intensidad de los agentes erosivos, la topografía, la cantidad de cobertura vegetal, las actividades humanas, como técnicas de cultivo inapropiadas, la deforestación y la urbanización, contribuyen a intensificar y acelerar la erosión.



Cabe mencionar dos tipos de erosión: La erosión fluvial, influye por la acumulación de escurrimientos que desgastan los materiales por donde pasan arrastrando partículas o sedimentos de diversos tamaños hacia las partes bajas del relieve, dejando depósitos en diversos lugares, para modelar el paisaje. Este fenómeno se ve en menor medida ya que el cauce que corre por el Municipio sirve como base para regar las tierras de cultivo que se ubican al Noreste y Sureste del Municipio.

La erosión eólica, se presenta cuando el viento incrementa su fuerza y logra transportar partículas diminutas que chocan contra alguna roca y se dividen en más partículas que van desgastando rocas más grandes y de diferentes minerales, tallando relieves muy particulares.

En este caso el suelo de San Miguel Xoxtla, se ve alterado por el proceso erosivo eólico, sobre todo en temporada de sequía en que el suelo está expuesto a la intensidad del viento predominante del Este, que se ubica en el rango de peligro moderado, presentándose vientos con intervalos de 2 a 4 m/s. Cabe mencionar que la erosión eólica es un proceso paulatino que va minando la capacidad y riqueza del suelo.

En el mapa de erosión eólica se pueden identificar tres áreas de acuerdo con el viento predominante del E, se podría generar la erosión del suelo por acción del viento, principalmente en las tierras de cultivo ubicadas a las afueras del Municipio, intensificándose dicho proceso en temporada de sequías.

La metodología que se siguió para determinar las zonas por este tipo de erosión tomando en cuenta la dirección e intensidad de los vientos, con la que se obtuvieron tres rangos de intensidad: alto principalmente en las áreas de cultivo, medio alrededor de la cabecera municipal y bajo en la parte centro. Con base en el resultado de las variables antes mencionadas, se generó la siguiente matriz para determinar la afectación por erosión eólica

Tabla 36. Matriz resultante para peligros por erosión eólica			
Viento Dirección e Intensidad	Cubierta vegetal en %	Área urbana en %	Erosión eólica
Del E de 4 m/s	29		Alto
Del E de 2 m/s	0	31	Medio
Del E de 2 m/s	0	40	Bajo

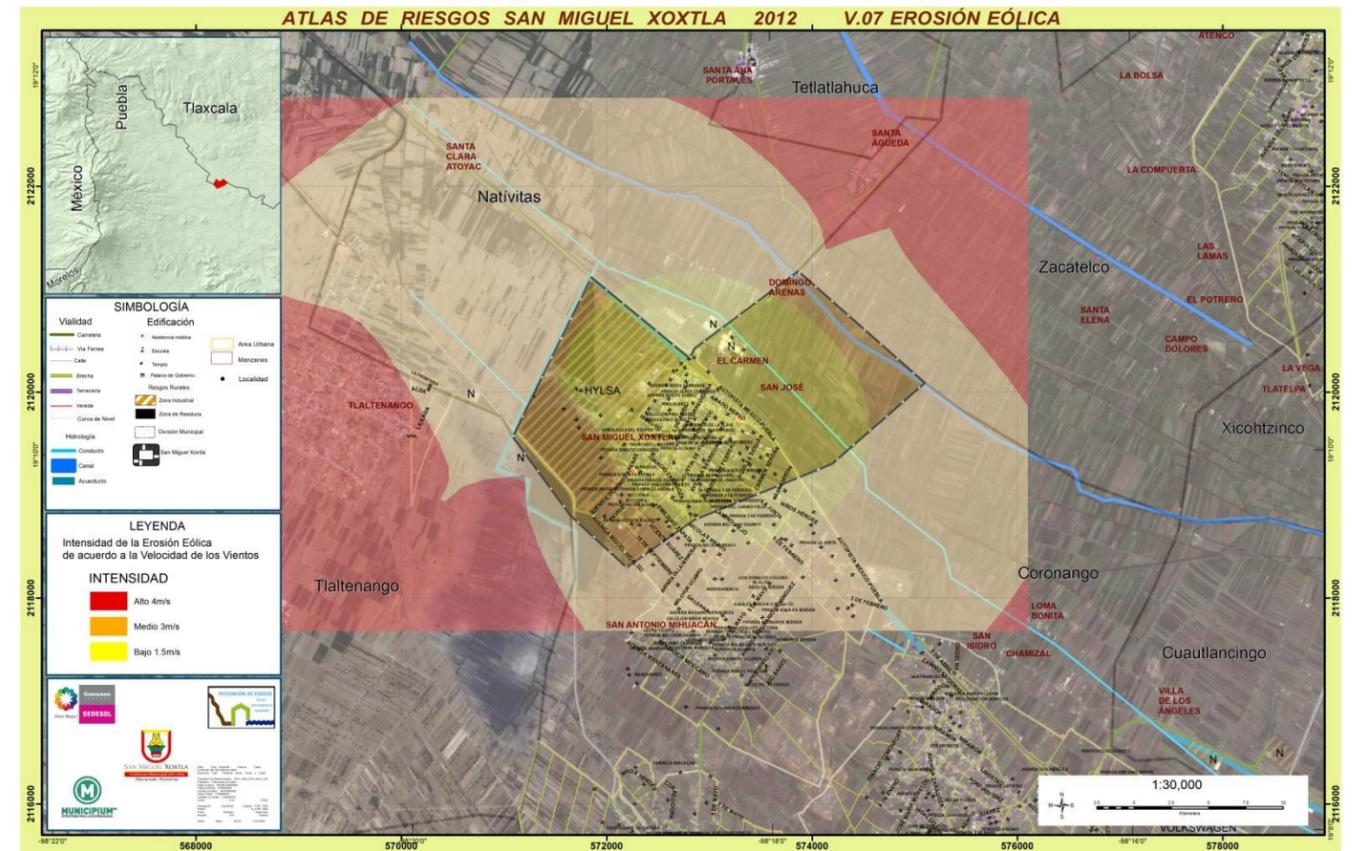


Ilustración 30. Erosión eólica.

## 5.2. RIESGOS, PELIGROS Y/O VULNERABILIDAD ANTE FENÓMENOS DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO

Los fenómenos hidrometeorológicos están relacionados con los procesos naturales de tipo atmosférico. Sus causas están vinculadas con el ciclo del agua, los vientos, las variaciones de presiones y las zonas térmicas. En nuestro país el elemento principal de los desastres derivados de estos fenómenos están relacionados con la precipitación.



Dentro de este grupo de fenómenos se incluyen: tormentas eléctricas, granizadas, inundaciones, ciclones tropicales, marejadas, lluvias, temperaturas extremas, heladas, nevadas, avalanchas y otros efectos como: la desertificación, los incendios forestales y las sequías.

### 5.2.1. CICLONES (HURACANES Y ONDAS TROPICALES)

Un ciclón tropical es una manifestación extrema del flujo atmosférico alrededor de un centro de muy baja presión sobre la superficie terrestre<sup>5</sup>. Se considera que la presencia de un ciclón tropical puede ser un problema y un beneficio principalmente porque puede ayudar a la recarga de los acuíferos. Sin embargo, los efectos provocados por este tipo de fenómenos son capaces de causar graves daños a las poblaciones ocasionando pérdidas humanas y económicas.

Los ciclones tropicales provocan tres efectos: marea de tormenta, vientos fuertes y lluvias extremas, en el Municipio de San Miguel Xoxtla, el único que se experimenta es la lluvia. En el 2010 las lluvias derivadas del huracán Karl tuvieron impacto en el estado de Puebla provocando lluvias de moderadas a fuertes en el Municipio.

Cabe señalar, que el fenómeno de inundaciones será analizado con mayor profundidad en otro apartado.

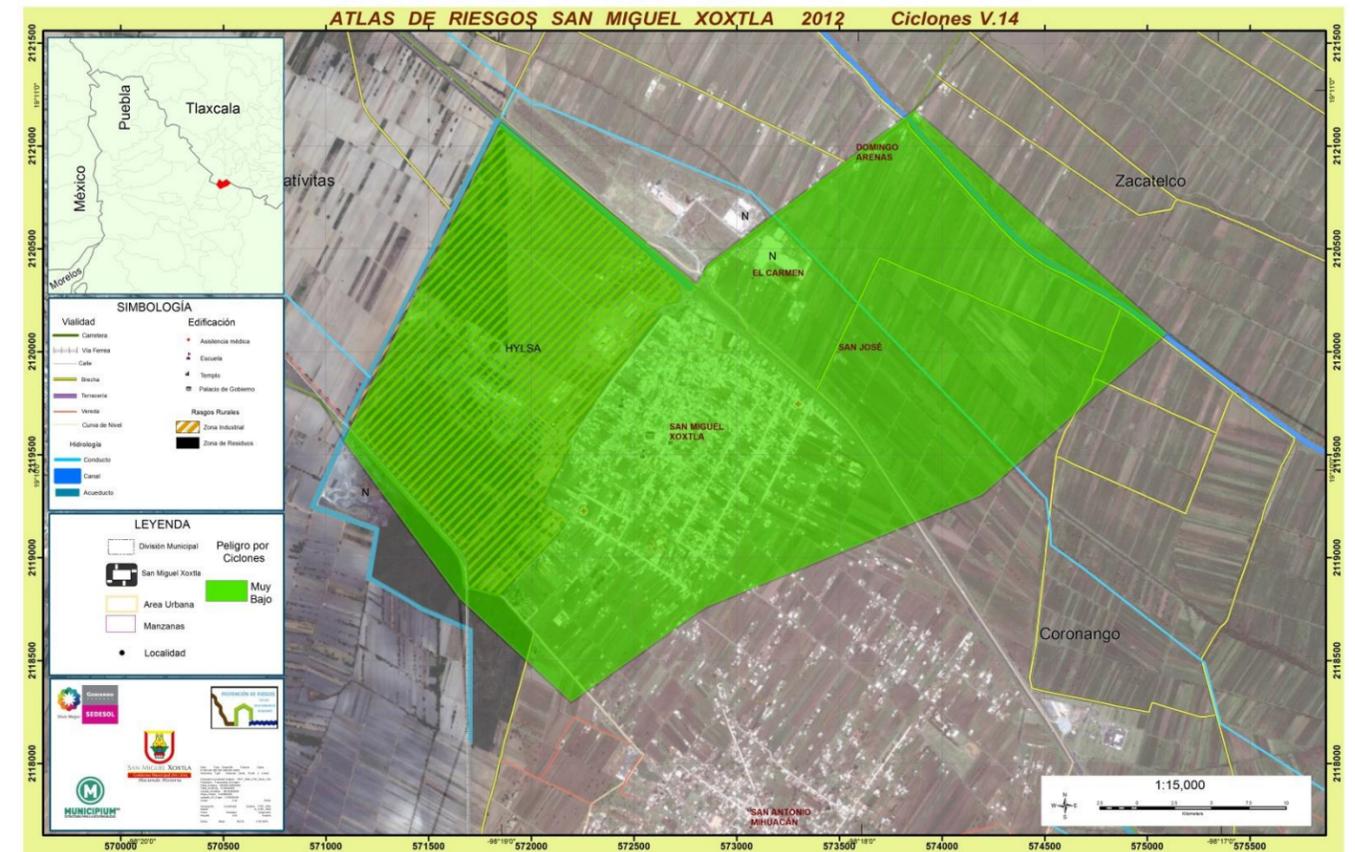


Ilustración 31. Ciclonés

<sup>5</sup>Rosengaus M. 2002, Efectos Destructivos de los Ciclones Tropicales.



Ilustración 32. Huracán Karl, 2010. Fuente: NOAA

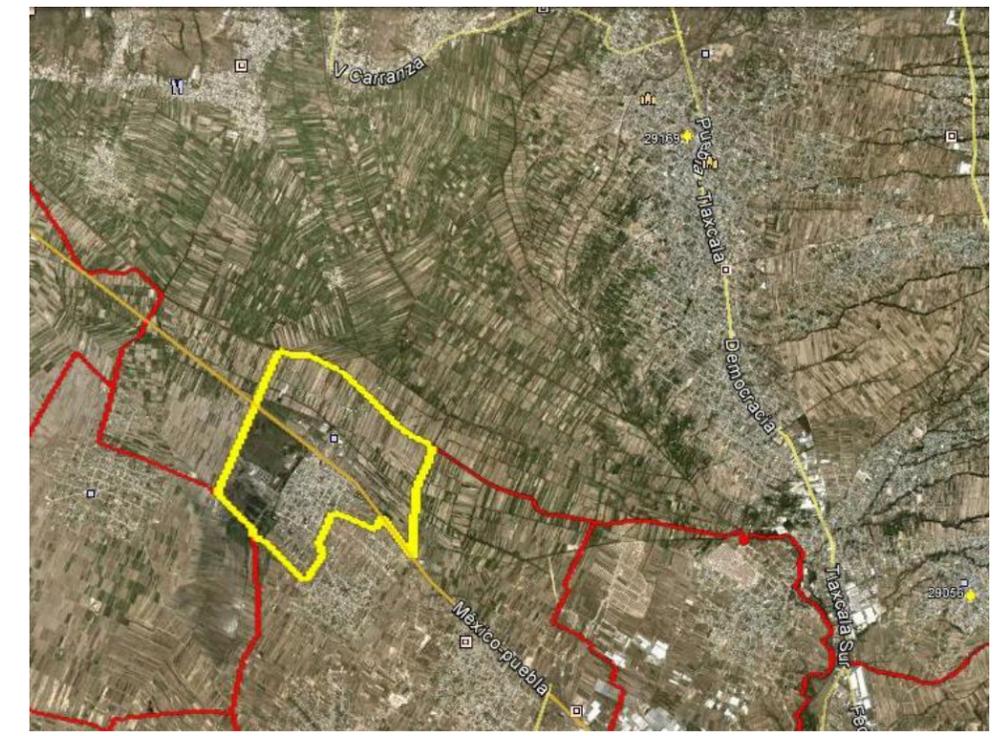


Ilustración 33. Ubicación de estaciones meteorológicas circundantes. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

### 5.2.2. TORMENTAS ELÉCTRICAS

Una tormenta eléctrica es un fenómeno meteorológico en el que se presentan rayos que caen a la superficie, estas descargas son producidas por el incremento del potencial eléctrico entre las nubes y la superficie terrestre.

La identificación de este tipo de fenómenos está basada en la información obtenida por las estaciones de monitoreo del Servicio Meteorológico Nacional SMN, en el Municipio no existe ninguna estación meteorológica, la más cercana se ubica a una distancia de 10 km dentro del Municipio de Zacatelco, Tlaxcala, y otra en el Municipio de Huejotzingo, Puebla, para realizar el análisis se toma en consideración la información de ambas estaciones.

De acuerdo a los datos históricos, en el Municipio se llegan a presentar hasta 18.4 tormentas al año, el nivel de peligro es medio ante el fenómeno de tormentas eléctricas, de acuerdo a los registros.

Tabla 37. Tormentas eléctricas registradas en las estaciones circundantes													
ESTACIÓN: 00021046 HUEJOTZINGO													
ELEMENTOS	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
TORMENTA E.	0.1	0.2	0.3	1.3	2.3	3	3.1	3.7	2.7	1.5	0.2	0	18.4
AÑOS CON DATOS	41	43	41	43	43	42	44	44	45	45	45	42	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

La información de las estaciones circundantes al Municipio muestran que hacia el suroeste se incrementa la actividad de las tormentas, para el caso del Municipio de San Miguel Xoxtla casi en su totalidad se encuentra en una zona de peligro medio, hacia el suroriente el nivel de peligro llega a ser alto, pues de



### 5.2.3. SEQUÍAS

La sequía es la carencia de agua en el suelo a consecuencia de la insuficiencia de lluvias y es un periodo prolongado de tiempo seco. Algunos investigadores consideran que existen tres tipos de este fenómeno:

- Sequía Hidrológica: Se refiere a la falta de agua en las fuentes de abastecimiento superficial y subterráneo. El indicador considerado es el nivel de agua en los ríos, lagos, presas y aguas subterráneas, para determinar el déficit de precipitación y la disminución de agua en los ríos, lagunas, presas, etc., se considera un periodo de tiempo entre el primer indicador de la sequía y el momento en que los estándares cambian.
- Sequía Meteorológica: Es una expresión de la desviación de la precipitación respecto de la normal en un periodo de tiempo. Estas definiciones dependen de la región considerada, y se basan presumiblemente del conocimiento de la climatología regional.
- Sequía Agrícola: Este tipo de sequia se identifica cuando no existe humedad suficiente en el terreno para un cultivo determinado en un momento particular de tiempo, por lo general sucede después de la sequía meteorológica.

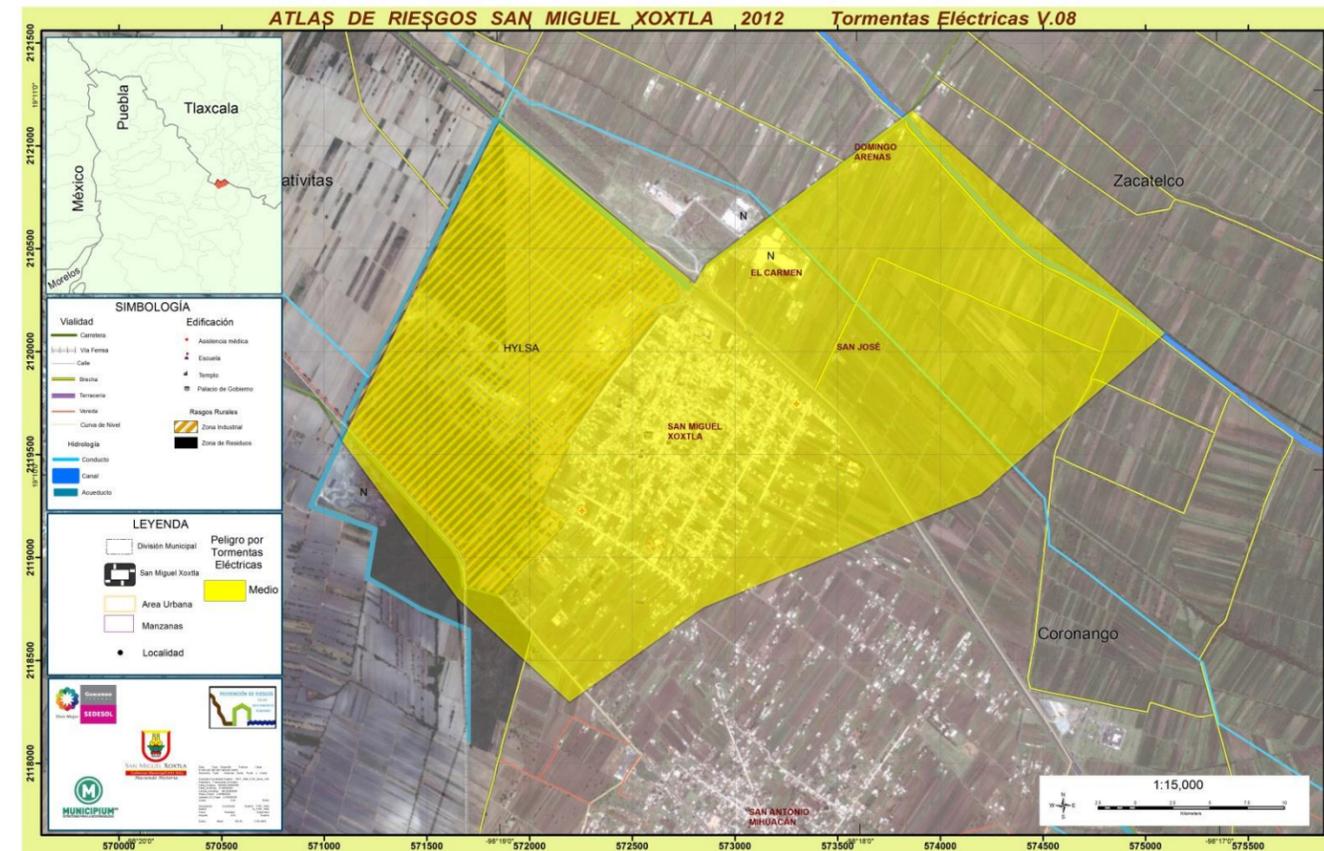


Ilustración 34. Nivel de peligro por tormentas eléctricas. Fuente: Elaboración propia con base en datos meteorológicos del SMN

De acuerdo a los datos se puede concluir que en los meses de mayo a septiembre se presenta mayor actividad de tormentas eléctricas en la estación meteorológica del Municipio de Huejotzingo. Cabe señalar que este fenómeno no ha provocado hasta el momento mayores consecuencias en el Municipio.



### 5.2.4. TEMPERATURAS MÁXIMAS EXTREMAS

El análisis de las temperaturas máximas extremas esta generalmente centrado en el impacto que este fenómeno provoca en las actividades económicas, así como, los efectos que podrían causar en el ser humano. Los últimos años se han observado a nivel mundial tendencias anómalas hacia el aumento de la temperatura, que se relacionan con el cambio climático global.

En el Municipio la temperatura máxima diaria alcanza los 36°C, de acuerdo a los registros de más de once años, en esta zona los meses de mayores temperaturas son entre abril a junio. El año con temperaturas más altas fue 1998 donde las temperaturas observadas alcanzaron máximas mensuales mayores a 31 °C.

El nivel de peligro en el Municipio es bajo hacia la zona Norte donde se presentan temperaturas que oscilan entre 18 y 20°C, mientras que hacia la zona Sur se identifica un aumento en la temperatura que va de 21 a 25.6°C, por ello el nivel de peligro se estima en medio.

Cabe señalar que la zona corresponde al tipo de clima templado con lluvias en verano, actualmente los niveles climáticos no afectan a la población municipal, ni se considera que las temperaturas máximas observadas en la zona lleguen a ser extremas.

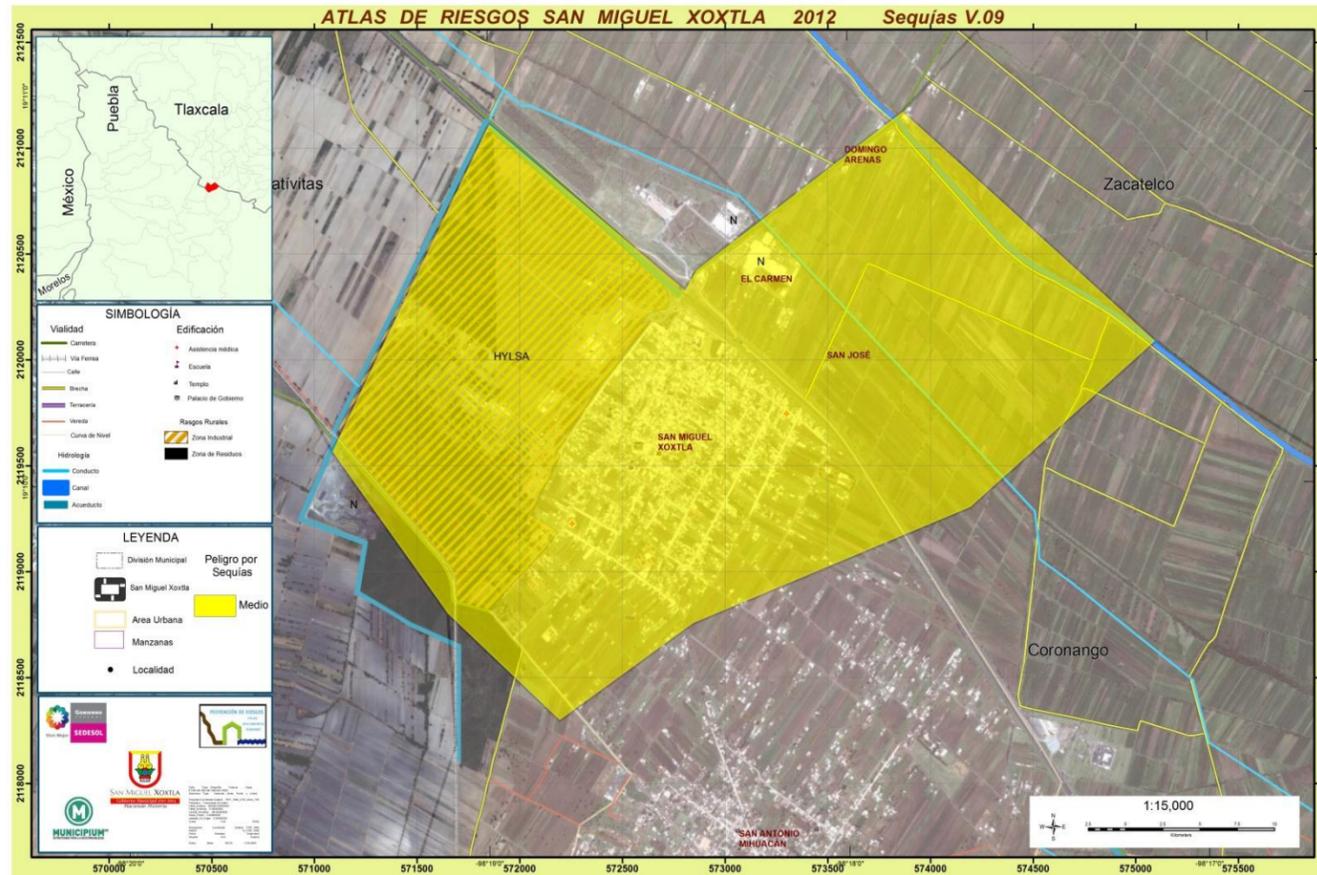


Ilustración 35. Nivel de peligro por Sequía. Fuente: Elaboración propia con base en Índice de Sequias Meteorológicas.

En este estudio se desarrollo el análisis de la sequía meteorológica, identificada en función del déficit de precipitación, expresado en porcentaje respecto a la pluviosidad media anual o estacional de largo periodo y su duración. En Municipio de San Miguel Xoxtla por su localización geográfica la sequía meteorológica es baja en la zona Oriente y se expresa en un porcentaje de entre el 5 y el 10% de años secos y secos en extremo, mientras que hacia la zona Poniente el porcentaje es menor a 5%. Por lo anterior, el nivel de peligro identificado en la zona es bajo.



NORMAL	21.9	23.6	26	27.6	27.5	26.1	24.8	25	24.1	24.1	23.3	21.7	24.6
MÁXIMA MENSUAL	29.3	30.3	33.1	33.2	33.7	32.4	31.3	30.4	30.1	29.8	28.6	27.8	
AÑO DE MÁXIMA	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	1987	1987	1986	
MÁXIMA DIARIA	33	35	36	39	37	37	35	35	35	35	33	35	
FECHA MÁXIMA DIARIA	Jul-07	21/20-07	Mar-07	30/19-61	Jul-07	Feb-07	Sep-07	Feb-07	Jun-07	21/19-90	Ene-07	18/19-86	
AÑOS CON DATOS	43	43	42	43	43	42	44	45	45	45	45	41	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

### 5.2.5. VIENTOS FUERTES

El viento es el aire en movimiento horizontal, originado por el desigual calentamiento de las masas de aire en las diversas regiones de la atmósfera. Varios fenómenos atmosféricos son capaces de producir fuertes vientos, por lo que aun en el interior del territorio existen zonas con peligro de vientos intensos (CENAPRED, 2010).

De acuerdo al mapa de zonificación de velocidades máximas del viento, el Municipio de Xoxtla, se ubica en el rango de peligro MEDIO, donde se presentan intervalos de 130 a 150 km/hrs. Según los registros históricos de 1940 a 1980 del Instituto de Geografía de la UNAM, los vientos regionales dominantes en la zona se presentan por el Este, con frecuencias mayores al 60% en los meses de diciembre, enero, mayo, junio y agosto, con velocidades entre 2m/s y 4m/s.

En San Miguel Xoxtla el viento es un fenómeno que no pone en alto peligro a la población, debido a que los vientos de la zona alcanzan velocidades bajas, sin embargo, en ocasiones podrían presentarse daños en viviendas que estén construidas con techos de lámina (muy escasas en el Municipio. Solo algunos establos caseros tienen dicha techumbre en la zona alta del Municipio hacia Coronango).

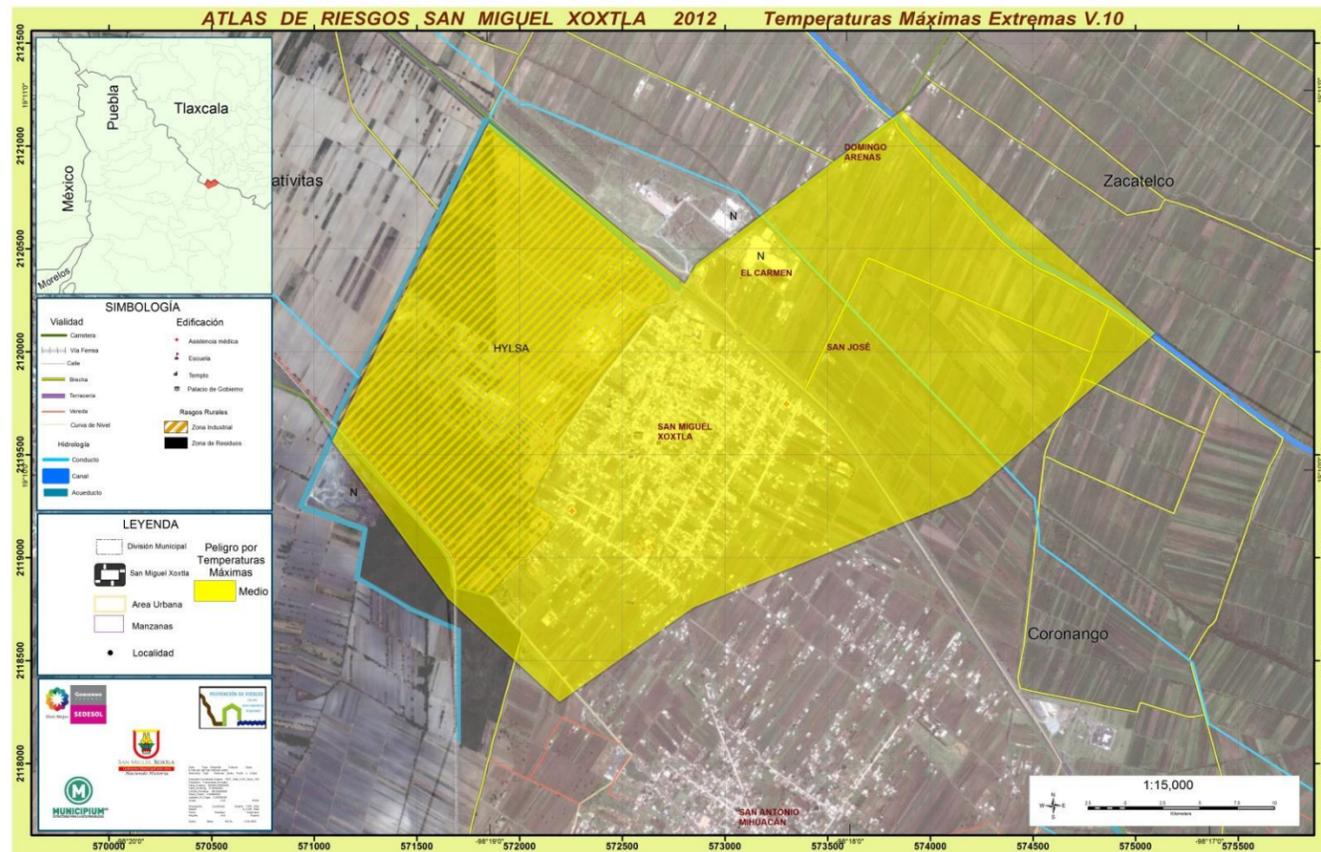


Ilustración 36. Nivel de Peligro (bajo) por Temperaturas Extremas. Fuente: Elaboración propia con base en SMN.

Tabla 38. Temperaturas extremas registradas en las estaciones meteorológicas

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN: 00029169 ZACATELCO													
NORMAL	23.1	25.1	26.7	28.5	29	26.4	25.8	25.5	25.4	25.1	25.1	23	25.7
MÁXIMA MENSUAL	24.5	26	28.2	31.2	32.6	30.7	28.2	28.9	27.3	26.2	27.5	24.9	
AÑO DE MÁXIMA	1996	1996	1998	1998	1998	1997	1998	1997	1997	1998	1998	1994	
MÁXIMA DIARIA	28	31.5	32	35.5	36	35	32	30	31	32	34	29.5	
FECHA MÁXIMA DIARIA	15/19-96	23/19-98	23/19-95	16/19-98	Nov-96	Ene-96	19/19-98	Mar-95	28/19-97	31/19-97	16/19-98	Abr-95	
AÑOS CON DATOS	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	
ESTACIÓN: 00021046 HUEJOTZINGO													

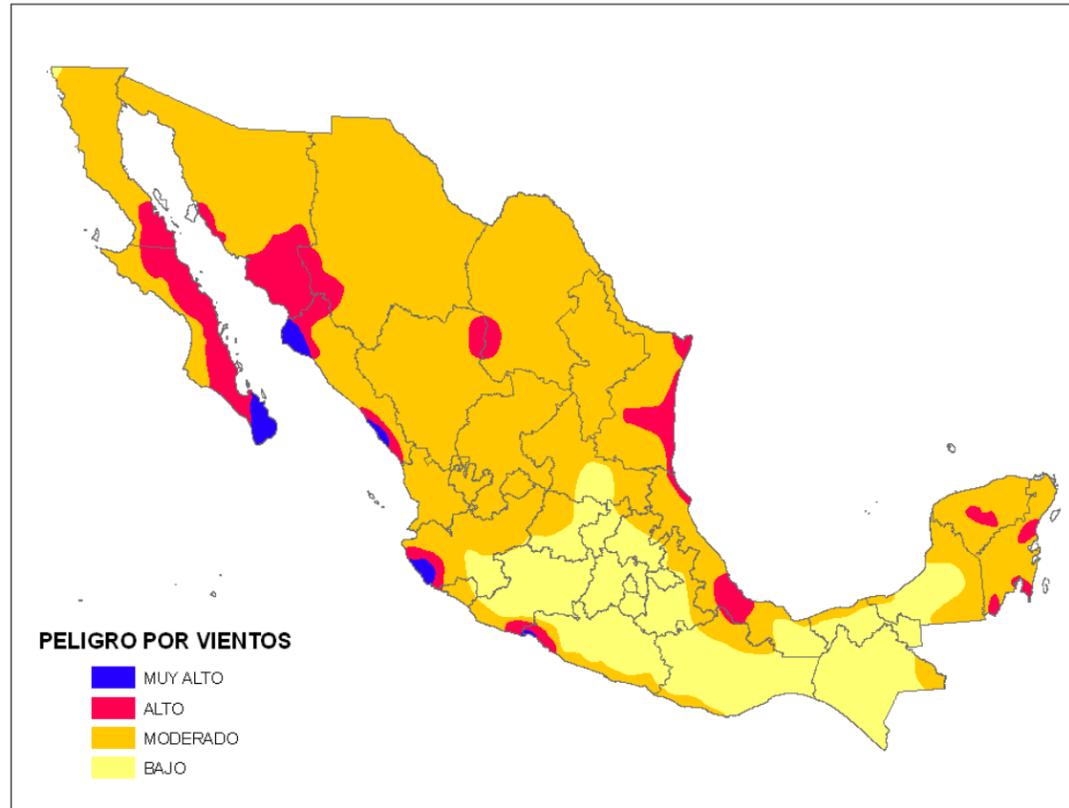


Ilustración 37. Zonificación de velocidades máximas de viento en la República Mexicana. Fuente: Elaboración con base en CENAPRED, 2001.

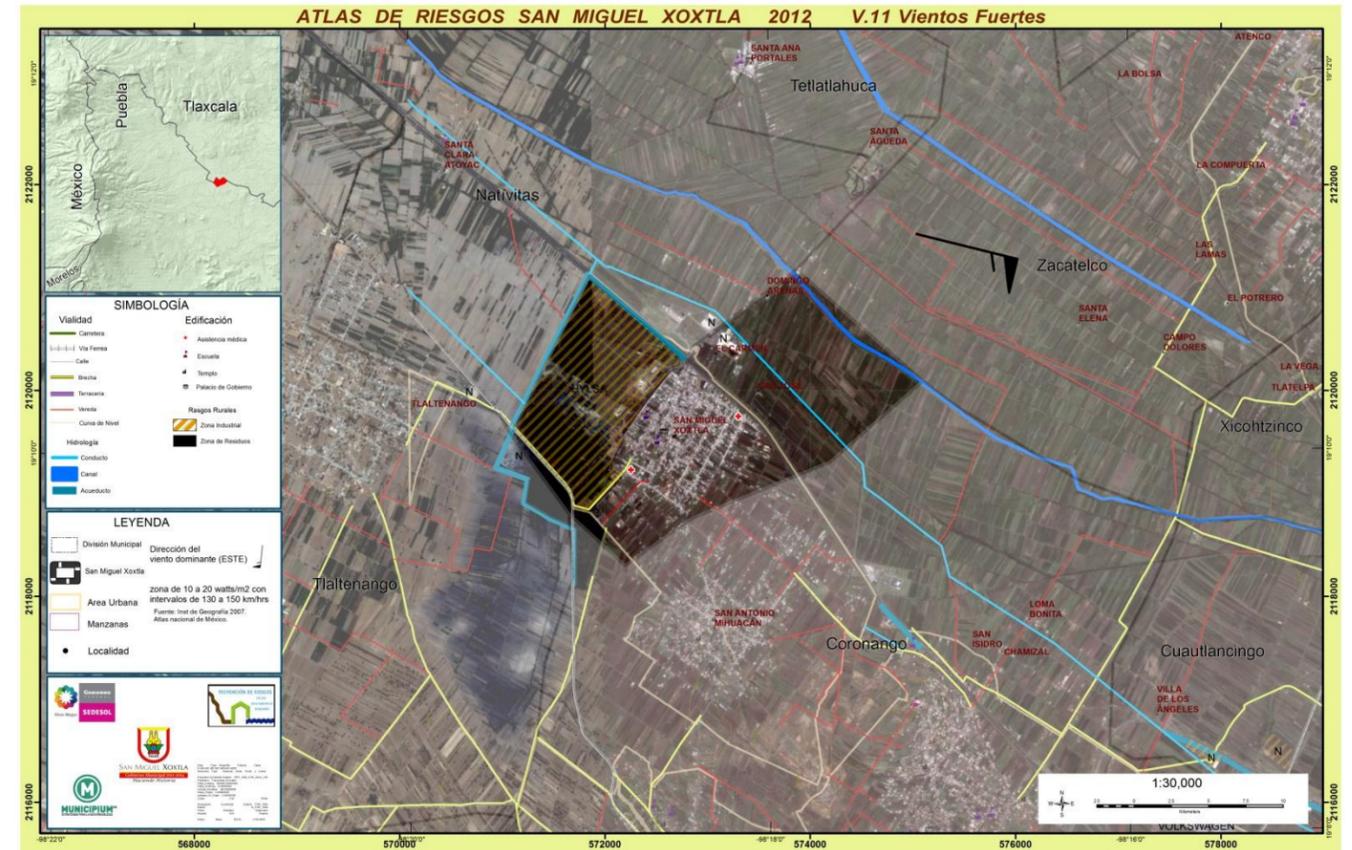


Ilustración 38. Vientos fuertes.

### 5.2.6. INUNDACIONES<sup>6</sup>

La localidad de San Miguel Xoxtla se localiza en la cuenca alta del Atoyac, una de las más importantes del estado y que tiene su nacimiento en la vertiente oriental de la Sierra Nevada (ver mapa de hidrografía-

<sup>6</sup> ARTEAGA, E. HIDRÁULICA ELEMENTAL. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO. 1993 / CAMARGO H., J. E. Y FRANCO, V. 1999. HIDRÁULICA DE CANALES. MANUAL DE INGENIERÍA DE RÍOS. CAPÍTULO 5. SERIES DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA. UNAM. MÉXICO, D.F. / CHOW, V. T. 1994. HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS. EDITORIAL MC GRAW HILL. / IMTA. ERIC V3. 2006. / MAYS, B. WATER RESOURCES ENGINEERING. ED. WILEY. 2004. / MAZA A., J. A. Y FRANCO, V. 1997. OBRAS DE PROTECCIÓN PARA CONTROL DE INUNDACIONES. MANUAL DE INGENIERÍA DE RÍOS. CAPÍTULO 15. SERIES DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA. UNAM. MÉXICO, D.F. / SÁNCHEZ B J., FUENTES M., O. 1986. MÉTODOS ALTERNATIVO PARA LA EVALUACIÓN DE EFECTOS TRANSITORIOS EN CANALES. PUBLICACIÓN NO. 56, COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, MÉXICO, D.F. / SOTELO, G. HIDRÁULICA GENERAL. ED. LIMUSA. 2000.



cuencas). Al Norte es, atravesado por el canal Tlapala, que posteriormente se une al Atoyac; fuera de éste no cuenta con corrientes permanentes ni intermitentes (Ilustración 3). En la parte baja del Municipio se tienen algunas zonas vulnerables a inundación, generalmente en pequeñas cuencas sin salida, lo que ocasiona los encharcamientos. En el presente documento se presenta la memoria de cálculo para estimar las zonas inundables de muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto riesgo. Para los alcances del presente trabajo, se considerarán los eventos hidrometeorológicos asociados a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 50 años los correspondientes a los niveles de riesgos citados más adelante.

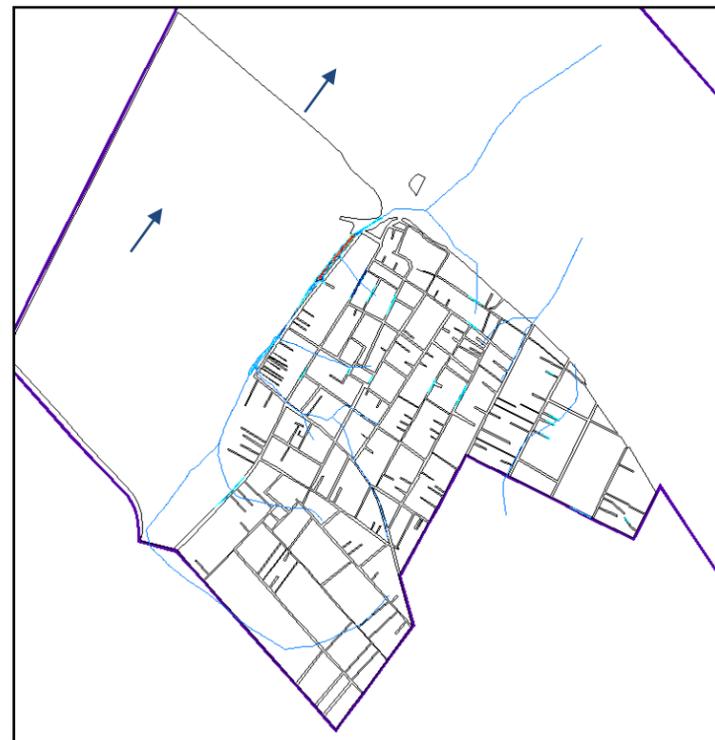


Ilustración 39. Municipio de Xoxtla y la red de drenaje superficial

ilustración puede observarse que el trazo de las manzanas de la zona semiurbana se ubica en una zona alta pendiente y solo la parte Sur de la cabecera municipal es tangencial a la zona de menor pendiente.

Por otro lado, en la ilustración siguiente, se presenta el trazo de las cuencas que interactúan con el trazo de la zona semiurbana a partir de las curvas de nivel del terreno. Debe observarse que el criterio de trazo fue el de determinar las características fisiográficas que podrían representar escurrimientos que afecten a las zonas urbanas, tanto al manejo de los predios como el de la infraestructura. Como puede observarse son pequeñas cuencas sin salida propia de sus almacenamientos durante las lluvias, más que por evaporación.



Ilustración 40. Curvas de nivel equidistantes a 5 m en el Municipio

A partir del modelo digital de elevaciones disponibles del INEGI, se generaron las curvas de nivel que conforman a la zona del Municipio a cada 5 metros de desnivel. En la ilustración se presenta una imagen de dichas curvas de nivel, puede observarse que existen una topografía abrupta y de fuertes pendientes en lo general, con una zona de menor pendiente al eje de la corriente superficial principal. En la misma

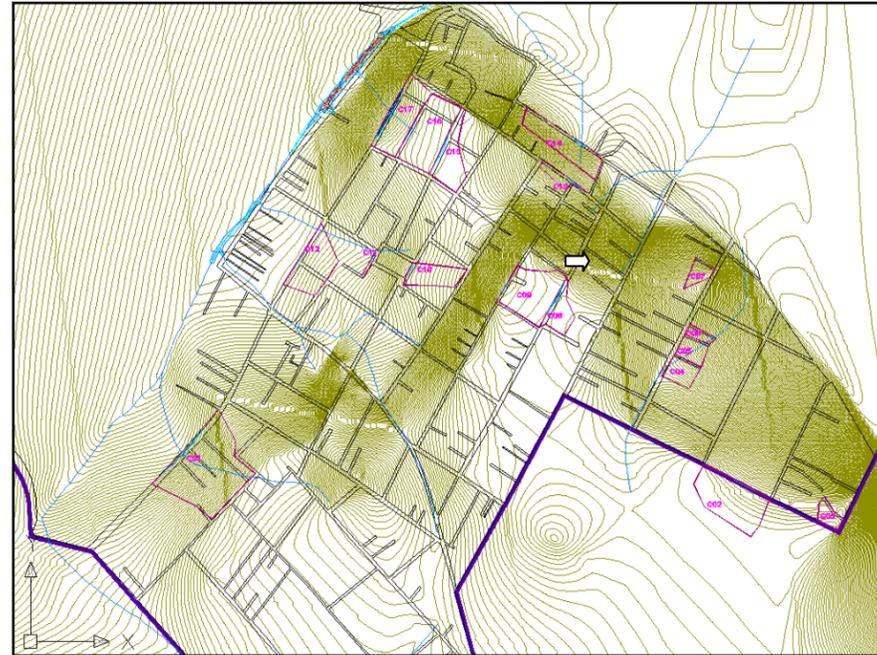


Ilustración 41. Trazo de cuencas que interactúan con la zona semiurbana sobre las curvas de nivel

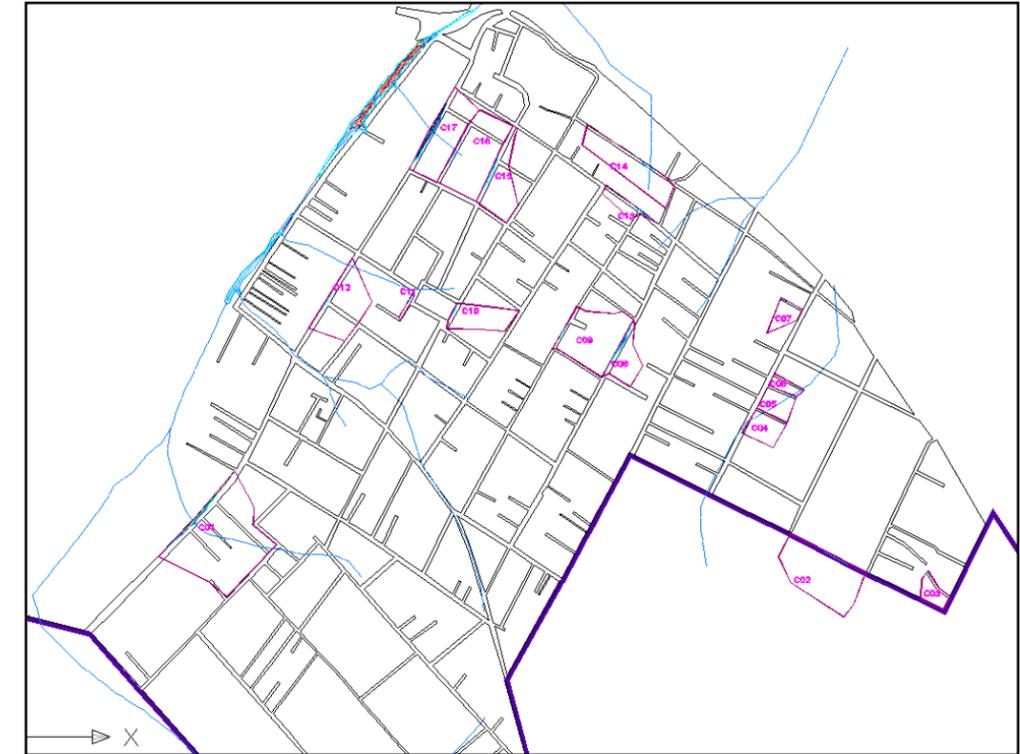


Ilustración 42. Trazo de las 17 cuencas que interactúan con la zona semiurbana del Municipio

## RED DE DRENAJE

En la ilustración se presenta únicamente el trazo del parteaguas de cada una de las cuencas y se observa la relación directa de las mismas con la zona semiurbana.

## CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS

Cada una de las cuencas tiene asociado un uso de suelo que sirve para definir los porcentajes de escurrimiento medio, estimados para fines prácticos a partir del coeficiente de escurrimiento. Como se observa que las zonas vulnerables a presentar inundaciones dentro de la zona urbanizada; por tanto, se considera que su coeficiente de escurrimiento es de 0.95 y con tiempos de concentración menor considerado en estudios hidrológicos de áreas urbanas; es decir, de 10 min. Además, se considera una pendiente mínima de 0.001.

Considerando lo antes estipulado, en la tabla 1 se presentan las características fisiográficas de cada una de las cuencas en análisis.



**Tabla 39. Características fisiográficas de las 17 cuencas de estudio**

CUENCA	ÁREA (ha)	S <sub>MED</sub> (Adim)	CE (Adim)	Tc (min)
C01	3.6012	0.001	0.95	10
C02	1.9543	0.001	0.95	10
C03	0.3092	0.001	0.95	10
C04	0.5099	0.001	0.95	10
C05	0.4463	0.001	0.95	10
C06	0.1974	0.001	0.95	10
C07	0.305	0.001	0.95	10
C08	0.6035	0.001	0.95	10
C09	1.6599	0.001	0.95	10
C10	0.7701	0.001	0.95	10
C11	0.0454	0.001	0.95	10
C12	1.319	0.001	0.95	10
C13	3.6012	0.001	0.95	10
C14	1.2401	0.001	0.95	10
C15	0.9692	0.001	0.95	10
C16	1.771	0.001	0.95	10
C17	1.4374	0.001	0.95	10

$$Q_p = 0.278CiA$$

Donde:

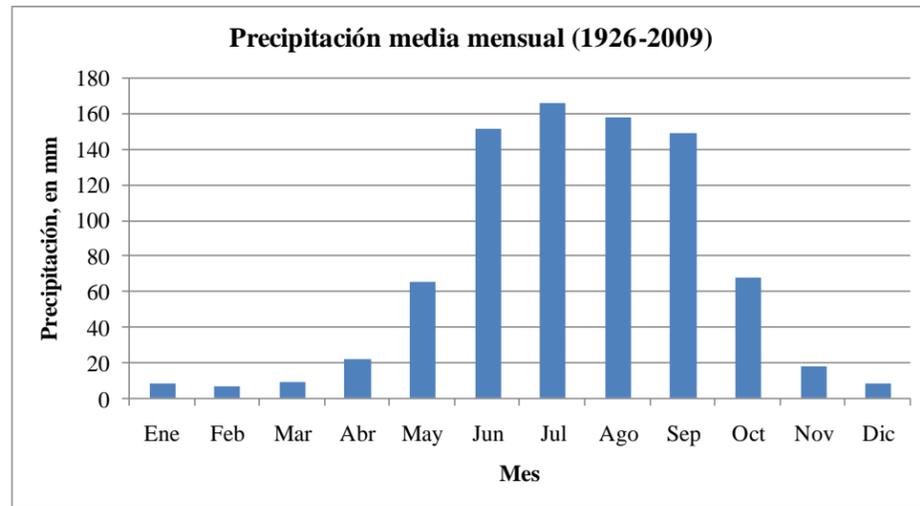
- Q<sub>p</sub> Gasto de pico, en m<sup>3</sup>/s
- C Coeficiente de escurrimiento, a dimensional
- i Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de Concentración de la cuenca (mm/h)
- A Área de la cuenca (km<sup>2</sup>)
- 0.278 Factor de conversión de unidades

Diferentes autores han propuesto que el tiempo de concentración equivalga a la duración de la lluvia, con lo cual se puede estimar la intensidad utilizando las curvas I-d-Tr.

Se analizó la precipitación del sitio a partir de la base de datos ERIC V3 (Extractor Rápido de Información Climatológica) del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, en un intervalo de datos de 1926 al año 2009 en forma continua de la estación 21046 Huejotzingo, Puebla. En la siguiente imagen se presenta en forma de resumen la precipitación media mensual, cuya suma arroja una media anual de 823.6 mm, se observa que es durante los meses de junio a octubre en donde se presenta la mayor parte de la precipitación anual, correspondiendo a los meses de verano principalmente.

### ESTIMACIÓN DE GASTOS MÁXIMOS

El gasto hidrológico de la corriente se ha estimado aplicando el método racional, que es posiblemente el modelo más antiguo de la relación lluvia-escurrecimiento, su origen se remonta a 1851 ó 1889, de acuerdo a diversos autores; debido a su sencillez es uno de los más utilizados. Está basado en considerar que, sobre el área estudiada se tiene una lluvia uniforme durante un tiempo, de manera que el escurrecimiento en la cuenca se establezca y se tenga un gasto constante en la descarga. Este método permite determinar el gasto máximo provocado por una tormenta, suponiendo que dicho máximo se alcanza cuando la precipitación se mantiene con una intensidad aproximadamente constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración de la cuenca. Algunos autores consideran apropiado su uso para cuencas que tengan una superficie de hasta 20 km<sup>2</sup>. La fórmula racional se define como:



Grafica de precipitación pluvial

**Tabla40. Precipitación media mensual de la zona de estudio**

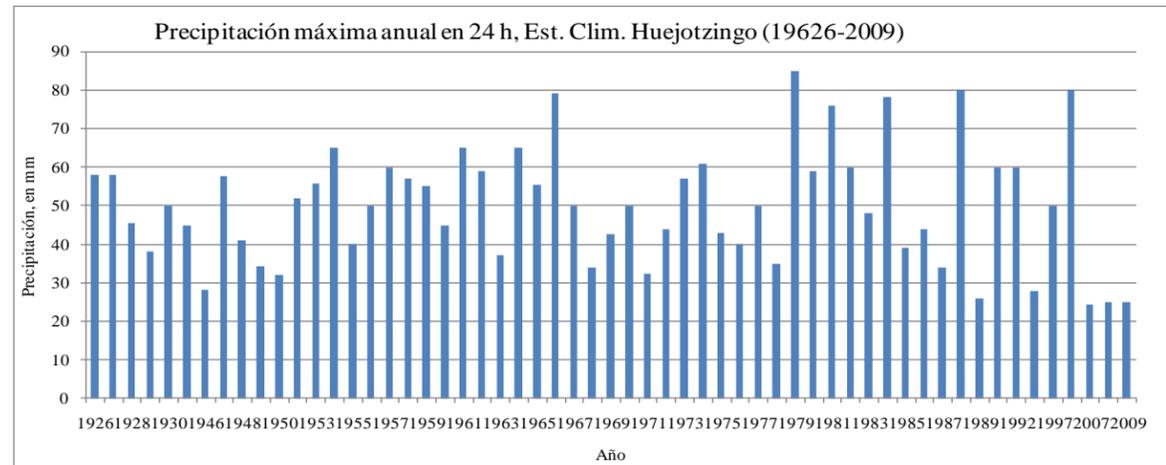
Mes	P. en mm
Ene	8.1
Feb	6.3
Mar	8.6
Abr	21.3
May	64.7
Jun	150.7
Jul	165.2
Ago	157.6
Sep	148.5
Oct	67.1
Nov	17.8
Dic	7.7

Fuente: ERIC V3

**Tabla41. Precipitación máxima anual de 24 h**

Dato	Año	PrecMáx (mm)	Dato	Año	PrecMáx (mm)
1	1926	58	30	1970	50
2	1927	58	31	1971	32.5
3	1928	45.5	32	1972	44
4	1929	38	33	1973	57
5	1930	50	34	1974	61
6	1945	45	35	1975	43
7	1946	28.3	36	1976	40
8	1947	57.7	37	1977	50
9	1948	41	38	1978	35
10	1949	34.3	39	1979	85
11	1950	32	40	1980	59
12	1951	52	41	1981	76
13	1953	55.7	42	1982	60
14	1954	65	43	1983	48
15	1955	40	44	1984	78
16	1956	50	45	1985	39
17	1957	60	46	1986	44
18	1958	57	47	1987	34
19	1959	55	48	1988	80
20	1960	45	49	1989	26
21	1961	65	50	1990	60
22	1962	59	51	1992	60
23	1963	37	52	1993	28
24	1964	65	53	1997	50
25	1965	55.5	54	1998	80
26	1966	79	55	2007	24.5
27	1967	50	56	2008	25.1
28	1968	34	57	2009	24.9
29	1969	42.5			

El resumen de las lluvias máximas anuales de la estación climatológica de estudio se presenta en la Tabla, mientras que en la Figura anexa se representan en forma gráfica dichos valores.



Gráfica de Precipitación máxima anual en 24 h en la zona de estudio

#### Generación de curvas Intensidad-duración-periodo de retorno (I-d-Tr)

A partir de los valores de precipitación máxima diaria anual, se procedió a asociar a dichos valores un periodo de retorno de ocurrencia de dichos eventos.

El análisis de frecuencias permite determinar los eventos de diseño a partir una serie de datos. El objetivo del análisis de frecuencias es relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad. Para aplicar dichos métodos las variables hidrológicas deben ser independientes y estocásticas, y los parámetros de las distribuciones se deben obtener por diversos métodos, que se ajusten a la muestra de cada estación; con ello se extrapola para determinar los eventos de diseño asociados a una probabilidad de no-ocurrencia denominado comúnmente como periodo de retorno y denotado como Tr.

La magnitud de eventos extremos tales como tormentas, avenidas y sequías, están inversamente relacionados con su frecuencia de ocurrencia, es decir, eventos muy severos ocurren con menor frecuencia que eventos moderados.



Ilustración 43. Paso a desnivel anegado bajo la autopista.

En la Tabla 42, se agrupan las distintas funciones de probabilidad con las que se pueden analizar las series de datos.

Tabla 42. Funciones de distribución de probabilidad		
Nombre	Función	Parámetros
Normal estandarizada	$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$ $t = \frac{x - \alpha}{\beta}$ donde	
Lognormal	$F(t) = \int_{-\infty}^t \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$	



P es el número de parámetros de la función de ajuste.

La función de probabilidad se ha determinado utilizando el programa AX, desarrollado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). En él se introducen los valores máximos anuales y se obtiene la función con mejor ajuste a la serie de datos.

El objetivo de determinar el mejor ajuste, es extrapolar, a partir de la serie de datos, los valores de altura de lluvia máxima diaria y asociarlos con su respectivo periodo de retorno (Tr).

Se cuenta con información de lámina de lluvia acumulada de 24 h de la estación climatológica Huejotzingo, Pue., en la tabla de más adelante se presentaron los valores máximos de precipitaciones.

El análisis de frecuencias de las láminas de lluvia máxima en 24 h se emplea para proveer la magnitud de un evento de diseño de cierto periodo de Retorno Tr.

El ajuste de la función de distribución de probabilidad se proceso en el Software AX, los resultado muestran que la función de distribución de mejor ajuste es la función de probabilidad Lognormal momentos de 3 parámetros. En la Figura 7, se muestra los resultados de parámetros de las funciones de probabilidad.

**Tabla 43. Ajuste de funciones de probabilidad de la estación de estudio.**

**Programa AX**

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	2.484	-----	2.484	-----
Lognormal	2.698	2.208	2.637	2.708
Gumbel	3.002	-----	2.922	-----
Exponencial	5.155	-----	31.173	-----
Gamma	2.319	11.791	2.288	11111.000
Doble Gumbel	3.501			

Mínimo error estándar: 2.208  
Calculado por la función: Lognormal (momentos) 3 p.

	$t = \frac{\ln(x-\delta)-\alpha}{\beta}$ donde	
Gumbel	$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$	Parámetro de forma Parámetro de escala
Exponencial	$F(x) = 1 - e^{-\frac{x-\beta}{\alpha}}$	
Gamma	$F(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \times \int_{\delta}^x \left(\frac{x-\delta}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\frac{x-\delta}{\alpha}} dx$ $\Gamma(\beta)$ : Función matemática Gamma	
Gumbel mixta	$F(x) = P\left(e^{-e^{-\alpha_1(x-\beta_1)}}\right) + (1-P)\left(e^{-e^{-\alpha_2(x-\beta_2)}}\right)$	

Fuente: Manual de Operación de los programas AX.exe y Carachid.exe para hidrología.

Una vez que se ajusta la muestra de datos a las diferentes funciones de distribución de probabilidades, se selecciona aquella que presenta el menor error estándar de ajuste, el cual se define por la siguiente expresión:

$$EE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xe_i - X0_i)^2}{N - P}}$$

Donde:

Xei es el iésimo dato estimado con la fórmula de Weibull

Xoi es el iésimo dato calculado con la función de distribución de probabilidades.

N es el número de datos de la muestra.



En las tablas siguientes se presentan la estimación de lluvia de una hora y periodo de retorno  $T_r$  de 2 años y su respectiva relación de lluvia  $R$ , la cual se obtuvo a partir del Número Medio Anual de Días con Tormentas Convectivas (según el criterio del U.S. Weather Bureau).

Una vez que se obtiene la Distribución de mejor ajuste del registro, es posible calcular los valores finales de los eventos para los periodos de retorno  $T_r = 2, 5, 10, 25, 50$  y 100 años.

Para construir las curvas I-d- $T_r$  se requiere conocer la relación de lluvia  $R$  de 1 h a la de 24 h, ambas con periodo de retorno  $T_r$  de 2 años. Para la obtención de esta relación es necesario utilizar el registro pluviográfico más cercano, o bien se puede emplear el criterio propuesto por el U.S. Weather Bureau y ampliado por B.M. Reich.

Estimación de la lluvia de una hora y  $T_r$  de 2 años. De la extrapolación obtenida del AX, se obtuvo que para un  $T_r$  de 2 años se tiene una precipitación máxima de 49.16mm. Para obtener la lluvia de una hora para  $T_r$  de 2 años, se utiliza la figura 8, con el número medio de días con tormenta convectiva (para este caso=73), y se obtiene que la precipitación de una hora es de 33.50 mm.

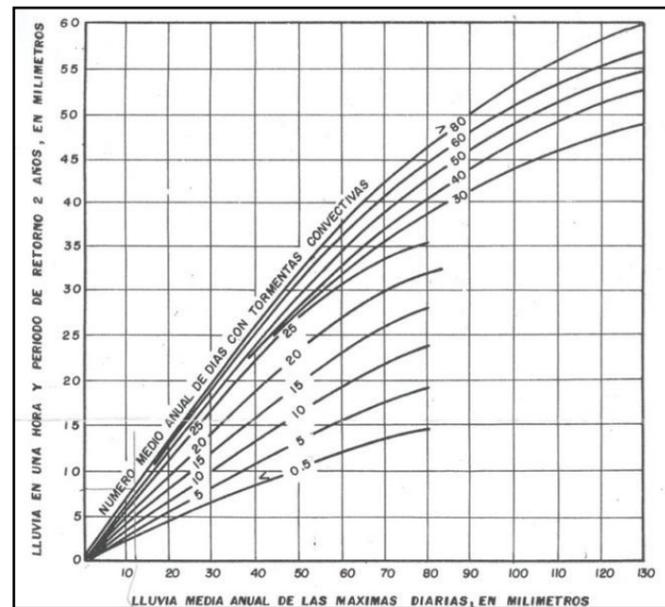


Ilustración 44. Relación empírica para estimar la lluvia de una hora y periodo de retorno de 2 años, en ausencia de registros pluviográficos.

Tabla 44. Relación entre lluvias de 1 h y 24 h para  $T_r$  2 años

ESTIMACION DE LA LLUVIA DE UNA HORA Y PERIODO DE RETORNO DE 2 AÑOS	
$h_{p_{m\acute{a}x}} = 49.160$	PARA $T_r = 2$ AÑOS
Número medio anual de días con tormentas convectivas	73 DIAS
De gráfica se obtiene:	$h_{p_{m\acute{a}x}}$ para una 1 h Y $T_r=2$ AÑOS 33.50 mm
Obtención de la calibración R:	
$R = h_p (1 h) / h_p (24 h)$	
$R = (33.50 / 49.16) =$	0.681

Tabla 45. Extrapolación de altura de lluvia para diferentes periodos de retorno ( $T_r$ )

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN GAMMA MOMENTOS 3 P			
$T_r$	F(X)	P24Hras, mm	LLUVIA EN 1 h
2	0.5	49.16	33.5
5	0.8	62.5	42.6
10	0.9	69.97	47.7
25	0.96	78.34	53.4
50	0.98	83.98	57.2
100	0.99	89.21	60.8



**Tabla 44. Relación entre lluvias de 1 h y 24 h para Tr 2 años**

ESTIMACION DE LA LLUVIA DE UNA HORA Y PERIODO DE RETORNO DE 2 AÑOS	
hp <sub>máx</sub> = 49.160	PARA Tr = 2 AÑOS
Número medio anual de días con tormentas convectivas	
73 DIAS	
De gráfica se obtiene:	
hp <sub>máx</sub> para una 1 h Y Tr=2 AÑOS	33.50 mm
Obtención de la calibración R:	
R = hp (1 h) / hp (24 h)	
R = (33.50 / 49.16) =	0.681

$P_{Tr}^d$ , es el evento de lluvia en milímetros de duración d minutos y periodo de retorno Tr en años, y Ln el logaritmo natural.

Es posible construir las curvas de altura de lluvia-duración-Periodo de Retorno h-D-Tr, y considerando que la intensidad es igual a la lluvia entre su duración, entonces se pueden construir las curvas I-d-Tr, para el caso de la estación climatológica en cuestión estas curvas se presentan en la Figura de curvas de intensidad, para cualquier Período de Retorno Tr y duración menor a 2 horas. En la tabla se presentan los valores con los que se construyen dichas curvas.

**Tabla 46. Valores de intensidad - duración - periodo de retorno de la zona de estudio**

Duración, min	Tr= 2años		Tr= 5años		Tr= 10años		Tr= 25años		Tr= 50años		Tr= 100años	
	hpmáx,mm	lmáx, mm/h	hpmáx,mm	lmáx, mm/h	hpmáx,mm	lmáx, mm/h	hpmáx,mm	lmáx, mm/h	hpmáx,mm	lmáx, mm/h	hpmáx,mm	lmáx, mm/h
5	10.33	123.93	13.63	163.57	16.13	193.56	19.43	233.20	21.93	263.19	24.43	293.18
10	15.46	92.76	20.40	122.42	24.14	144.87	29.09	174.54	32.83	196.98	36.57	219.43
15	18.90	75.60	24.95	99.78	29.52	118.08	35.56	142.26	40.14	160.55	44.71	178.84
20	21.56	64.68	28.46	85.38	33.68	101.03	40.57	121.72	45.79	137.37	51.01	153.02
25	23.76	57.03	31.36	75.27	37.11	89.07	44.71	107.31	50.46	121.11	56.21	134.91
30	25.65	51.31	33.86	67.72	40.07	80.13	48.27	96.54	54.48	108.96	60.69	121.37
35	27.32	46.84	36.06	61.82	42.67	73.15	51.41	88.13	58.02	99.47	64.63	110.80
40	28.82	43.23	38.04	57.06	45.01	67.52	54.23	81.34	61.20	91.80	68.18	102.26
45	30.18	40.24	39.84	53.11	47.14	62.85	56.79	75.72	64.10	85.46	71.40	95.20
50	31.44	37.72	41.49	49.79	49.10	58.92	59.15	70.98	66.76	80.11	74.37	89.24
55	32.60	35.56	43.03	46.94	50.91	55.54	61.34	66.92	69.23	75.52	77.12	84.13
60	33.68	33.68	44.46	44.46	52.61	52.61	63.38	63.38	71.54	71.54	79.69	79.69
65	34.71	32.04	45.81	42.28	54.20	50.03	65.30	60.28	73.70	68.03	82.10	75.78
70	35.67	30.57	47.08	40.35	55.71	47.75	67.12	57.53	75.75	64.93	84.38	72.32
75	36.58	29.26	48.28	38.63	57.13	45.71	68.83	55.07	77.69	62.15	86.54	69.23
80	37.45	28.09	49.43	37.07	58.49	43.87	70.47	52.85	79.53	59.65	88.59	66.44
85	38.28	27.02	50.52	35.66	59.78	42.20	72.03	50.84	81.29	57.38	90.55	63.92
90	39.07	26.05	51.57	34.38	61.02	40.68	73.52	49.01	82.97	55.31	92.43	61.62
95	39.83	25.16	52.57	33.20	62.21	39.29	74.95	47.34	84.59	53.42	94.22	59.51
100	40.56	24.34	53.54	32.12	63.35	38.01	76.32	45.79	86.14	51.68	95.95	57.57
105	41.26	23.58	54.46	31.12	64.45	36.83	77.65	44.37	87.63	50.08	97.62	55.78
110	41.94	22.88	55.36	30.20	65.51	35.73	78.93	43.05	89.08	48.59	99.22	54.12
115	42.60	22.23	56.23	29.34	66.53	34.71	80.16	41.82	90.47	47.20	100.78	52.58
120	43.24	21.62	57.07	28.53	67.53	33.76	81.36	40.68	91.82	45.91	102.28	51.14
125	43.85	21.05	57.88	27.78	68.49	32.87	82.52	39.61	93.13	44.70	103.74	49.79
130	44.45	20.51	58.67	27.08	69.42	32.04	83.64	38.60	94.40	43.57	105.15	48.53
135	45.03	20.01	59.43	26.41	70.33	31.26	84.73	37.66	95.63	42.50	106.52	47.34
140	45.59	19.54	60.18	25.79	71.21	30.52	85.79	36.77	96.83	41.50	107.86	46.23
145	46.14	19.09	60.90	25.20	72.07	29.82	86.83	35.93	97.99	40.55	109.16	45.17
150	46.68	18.67	61.61	24.64	72.91	29.16	87.84	35.13	99.13	39.65	110.43	44.17
155	47.20	18.27	62.30	24.12	73.72	28.54	88.82	34.38	100.24	38.80	111.66	43.22
160	47.71	17.89	62.97	23.62	74.52	27.94	89.78	33.67	101.33	38.00	112.87	42.33
165	48.21	17.53	63.63	23.14	75.30	27.38	90.72	32.99	102.38	37.23	114.05	41.47
170	48.70	17.19	64.27	22.68	76.06	26.84	91.63	32.34	103.42	36.50	115.20	40.66
175	49.17	16.86	64.90	22.25	76.80	26.33	92.53	31.72	104.43	35.80	116.33	39.88
180	49.64	16.55	65.52	21.84	77.53	25.84	93.41	31.14	105.42	35.14	117.43	39.14
185	50.10	16.25	66.12	21.44	78.24	25.38	94.27	30.57	106.39	34.50	118.51	38.44
190	50.54	15.96	66.71	21.07	78.94	24.93	95.11	30.03	107.34	33.90	119.57	37.76
195	50.98	15.69	67.29	20.70	79.63	24.50	95.93	29.52	108.27	33.31	120.61	37.11
200	51.41	15.42	67.86	20.36	80.30	24.09	96.74	29.02	109.18	32.76	121.62	36.49
205	51.84	15.17	68.42	20.02	80.96	23.70	97.54	28.55	110.08	32.22	122.62	35.89
210	52.25	14.93	68.96	19.70	81.61	23.32	98.32	28.09	110.96	31.70	123.60	35.32
215	52.66	14.70	69.50	19.40	82.24	22.95	99.09	27.65	111.83	31.21	124.57	34.76
220	53.06	14.47	70.03	19.10	82.87	22.60	99.84	27.23	112.68	30.73	125.52	34.23
225	53.45	14.25	70.55	18.81	83.48	22.26	100.58	26.82	113.51	30.27	126.45	33.72
230	53.84	14.04	71.06	18.54	84.09	21.94	101.31	26.43	114.33	29.83	127.36	33.22
235	54.22	13.84	71.56	18.27	84.68	21.62	102.02	26.05	115.14	29.40	128.26	32.75
240	54.59	13.65	72.06	18.01	85.27	21.32	102.73	25.68	115.94	28.98	129.15	32.29

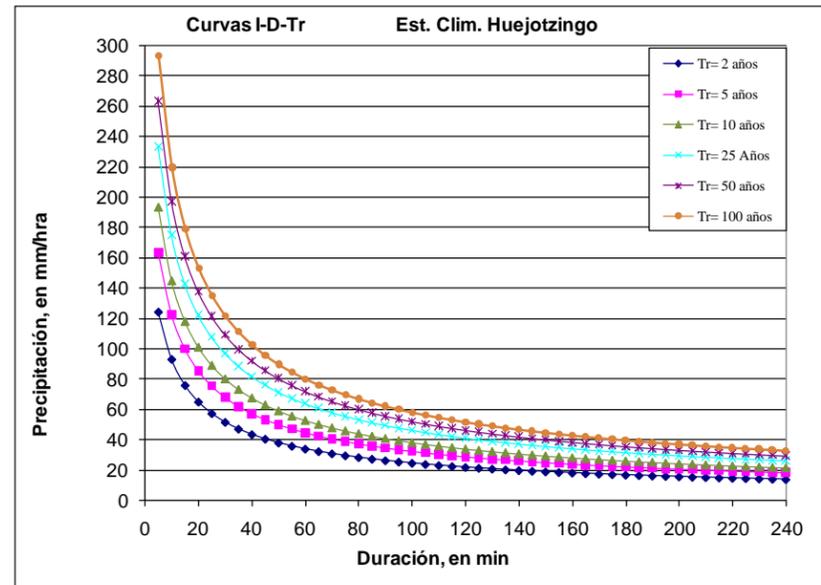
**Tabla 45. Extrapolación de altura de lluvia para diferentes periodos de retorno (Tr)**

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN GAMMA MOMENTOS 3 P			
Tr	F(X)	P24Hras, mm	LLUVIA EN 1 h
2	0.5	49.16	33.5
5	0.8	62.5	42.6
10	0.9	69.97	47.7
25	0.96	78.34	53.4
50	0.98	83.98	57.2
100	0.99	89.21	60.8

Con el valor de altura máxima de lluvia para un Tr de 2 años, aplicando la fórmula de Bell, que es:

$$P_{Tr}^d = (0.35Ln(Tr) + 0.76)(0.54 * d^{0.25} - 0.50)(P_2^{60})$$

Donde



Gráfica de Curvas de intensidad - duración - periodo de retorno de la zona de estudio



Ilustración 45. Zona baja en Corregidora junto a la autopista.

Con estos valores es posible determinar los gastos de diseño para cada cuenca para diferentes periodos de retorno. En la tabla se presentan dichos valores. Aquí la primer columna indica la cuenca; la segunda columna, el valor de su área, en km<sup>2</sup>; la tercer columna el tiempo de concentración, el cual según la metodología se asigna como el valor de la duración, en minutos; las siguientes cinco columnas son los valores de la intensidad de lluvia, en mm/h para los cinco diferentes periodos de retorno, 2 a 50, que representan el peligro muy bajo a muy alto establecidos en este estudio; y finalmente las últimas cinco columnas presentan el valor del gasto de diseño calculado aplicando la fórmula del método racional, en m<sup>3</sup>/s.

Tabla 47. Cálculo de los gastos de diseño para las 17 cuencas de estudio

CUENCA	ÁREA (ha)	CE (Adim)	Tc (min)	Tr 2 años I (mm/h)	Tr 5 años I (mm/h)	Tr 10 años I (mm/h)	Tr 25 años I (mm/h)	Tr 50 años I (mm/h)	Tr 2 años Q (m <sup>3</sup> /s)	Tr 5 años Q (m <sup>3</sup> /s)	Tr 10 años Q (m <sup>3</sup> /s)	Tr 25 años Q (m <sup>3</sup> /s)	Tr 50 años Q (m <sup>3</sup> /s)
C01	3.6012	0.95	10	93	122	145	175	197	0.88	1.16	1.38	1.66	1.87
C02	1.9543	0.95	10	93	122	145	175	197	0.48	0.63	0.75	0.90	1.02
C03	0.3092	0.95	10	93	122	145	175	197	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16
C04	0.5099	0.95	10	93	122	145	175	197	0.12	0.16	0.20	0.24	0.27
C05	0.4463	0.95	10	93	122	145	175	197	0.11	0.14	0.17	0.21	0.23
C06	0.1974	0.95	10	93	122	145	175	197	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10
C07	0.305	0.95	10	93	122	145	175	197	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16
C08	0.6035	0.95	10	93	122	145	175	197	0.15	0.20	0.23	0.28	0.31
C09	1.6599	0.95	10	93	122	145	175	197	0.41	0.54	0.64	0.77	0.86
C10	0.7701	0.95	10	93	122	145	175	197	0.19	0.25	0.29	0.35	0.40
C11	0.0454	0.95	10	93	122	145	175	197	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
C12	1.319	0.95	10	93	122	145	175	197	0.32	0.43	0.50	0.61	0.69
C13	3.6012	0.95	10	93	122	145	175	197	0.88	1.16	1.38	1.66	1.87
C14	1.2401	0.95	10	93	122	145	175	197	0.30	0.40	0.47	0.57	0.65
C15	0.9692	0.95	10	93	122	145	175	197	0.24	0.31	0.37	0.45	0.50
C16	1.771	0.95	10	93	122	145	175	197	0.43	0.57	0.68	0.82	0.92
C17	1.4374	0.95	10	93	122	145	175	197	0.35	0.46	0.55	0.66	0.75



De manera general, de los resultados anteriores, se observa que, si se sumaran aritméticamente los gastos de las 17 cuencas involucradas, se tendría un gasto máximo probable, asociado a un periodo de retorno de 50 años, de 10.80 m<sup>3</sup>/s. esto es, en la parte más baja de la cuenca.

manera general, las zonas en consideración, cuyos volúmenes de almacenamiento serán calculados para el tiempo de duración de 10 min.



Ilustración 46. Zona inundable (extremo Norte Av. Arboledas de Río Prieto)

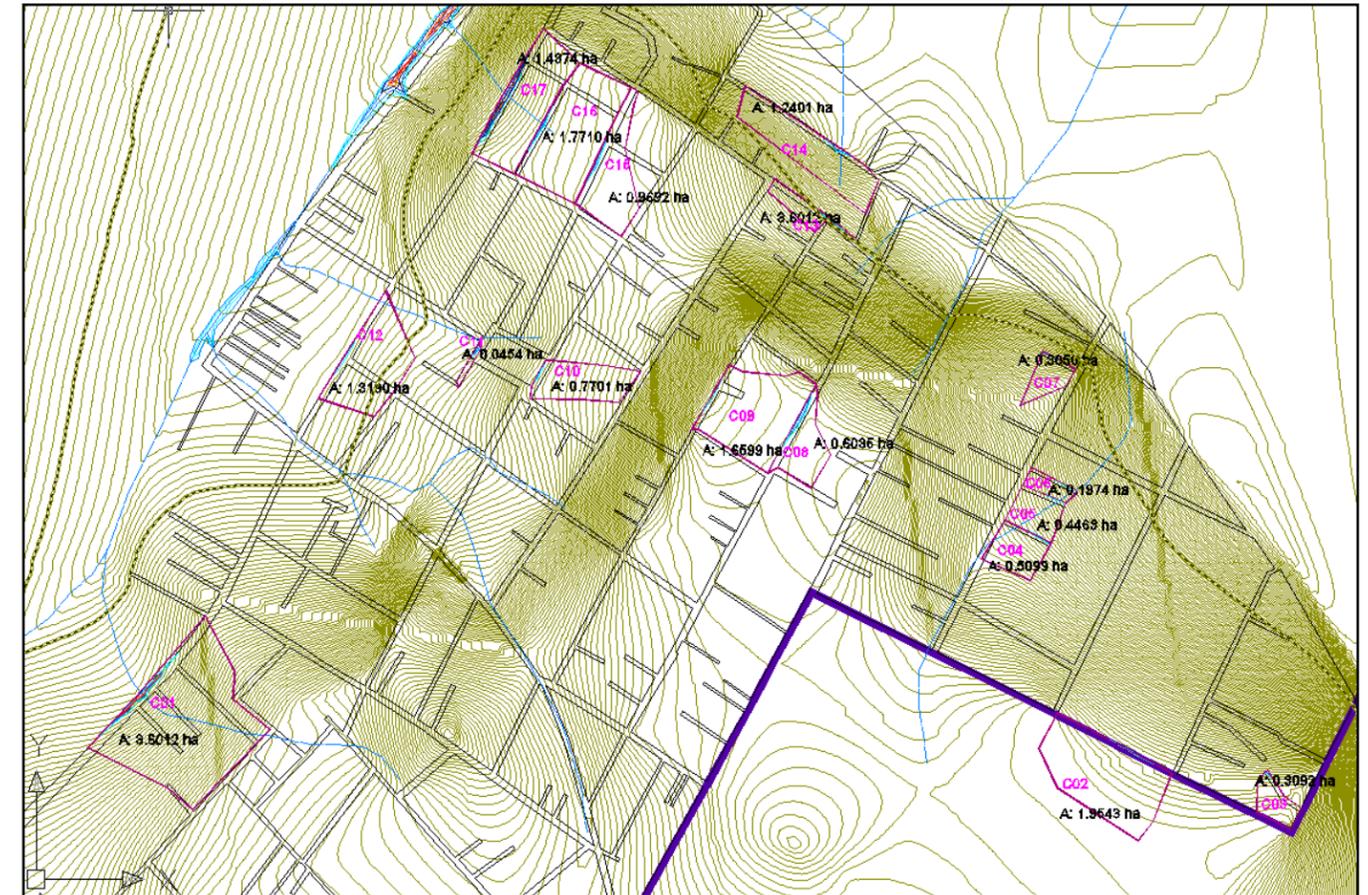


Ilustración 47. Zonas de estudio en los cuales se verificará el almacenamiento

### ALMACENAMIENTO MÁXIMO

Como se ha señalado anteriormente, las cuencas involucradas en el estudio interactúan con la zona urbana, en particular ciertas zonas se verifica su almacenamiento máximo. En la Ilustración 47 presentan, de

En la Tabla 48 se presenta el cálculo de los volúmenes de almacenamiento para cada una de las 17 cuencas en estudio, dicho volumen se determinó a partir del gasto de diseño obtenido con el método racional, luego tomando un hidrógrama de lluvia trapezoidal, si el tiempo del gasto máximo se da cuando se alcanza el tiempo de concentración y esta se mantiene el mismo tiempo para luego descender en el mismo tiempo de concentración inicial, se tiene una lluvia de 30 min, y considerando el área respectiva, se obtiene el volumen



de almacenamiento. El tirante de inundación se calcula para el 30 % de la cuenca de aportación, es decir, solo se inunda la zona más baja de cada cuenca (Tabla 49).

**Tabla 48. Determinación de los volúmenes máximos de almacenamiento las cuencas**

CUENCA	ÁREA (ha)	CE (Adim)	Tc (min)	Tr 2 años	Tr 5 años	Tr 210años	Tr 25 años	Tr 50 años
				Vol (m <sup>3</sup> )				
C01	3.6012	0.95	10	1587.9	2095.8	2480.1	2988.0	3372.2
C02	1.9543	0.95	10	861.7	1137.4	1345.9	1621.5	1830.0
C03	0.3092	0.95	10	136.3	179.9	212.9	256.5	289.5
C04	0.5099	0.95	10	224.8	296.8	351.2	423.1	477.5
C05	0.4463	0.95	10	196.8	259.7	307.4	370.3	417.9
C06	0.1974	0.95	10	87.0	114.9	135.9	163.8	184.8
C07	0.305	0.95	10	134.5	177.5	210.0	253.1	285.6
C08	0.6035	0.95	10	266.1	351.2	415.6	500.7	565.1
C09	1.6599	0.95	10	731.9	966.0	1143.1	1377.3	1554.4
C10	0.7701	0.95	10	339.6	448.2	530.4	639.0	721.1
C11	0.0454	0.95	10	20.0	26.4	31.3	37.7	42.5
C12	1.319	0.95	10	581.6	767.6	908.4	1094.4	1235.1
C13	3.6012	0.95	10	1587.9	2095.8	2480.1	2988.0	3372.2
C14	1.2401	0.95	10	546.8	721.7	854.0	1028.9	1161.2
C15	0.9692	0.95	10	427.4	564.1	667.5	804.2	907.6
C16	1.771	0.95	10	780.9	1030.7	1219.6	1469.4	1658.4
C17	1.4374	0.95	10	633.8	836.5	989.9	1192.6	1346.0

**Tabla 49. Determinación de los tirantes de inundación por cuenca**

CUENCA	ÁREA (ha)	Tr 2 años	Tr 5 años	Tr 10años	Tr 25 años	Tr 50 años
		Tirante (m)				
C01	3.6012	0.15	0.19	0.23	0.28	0.31
C02	1.9543	0.08	0.11	0.12	0.15	0.17
C03	0.3092	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
C04	0.5099	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04
C05	0.4463	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04
C06	0.1974	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
C07	0.305	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
C08	0.6035	0.02	0.03	0.04	0.05	0.05
C09	1.6599	0.07	0.09	0.11	0.13	0.14
C10	0.7701	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07
C11	0.0454	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12	1.319	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11
C13	3.6012	0.15	0.19	0.23	0.28	0.31
C14	1.2401	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11
C15	0.9692	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
C16	1.771	0.07	0.10	0.11	0.14	0.15
C17	1.4374	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12

De la tabla anterior, se observa que en todos los casos se tiene inundaciones menores a inundaciones medias, es decir, para un Tr de 50 años, la profundidad de inundación es de solo 31 cm para la cuenca C01. En el plano anexo puede verse con detalle las zonas susceptibles a inundaciones.

Aunque las inundaciones son bajas, se requiere o al menos es recomendable diseñar un sistema de drenaje para estas cuencas cerradas. Por tanto, en la Tabla 50 se presentan los cálculos de diseño del diámetro de tubería para un Tr de 10 años, con una pendiente mínima de 0.001. Como puede observarse, los diámetros de diseño van desde los 0.30 m hasta 1.22 m.



Tabla 50. Diámetros de diseño para un Tr de 10 años

CUENCA	S <sub>MED</sub> (Adim)	Tr 10 años Q (m <sup>3</sup> /s)	Diam (m)	y prop (m)	R (m)	Área parc (m <sup>2</sup> )	Per parc (m)	RH parc	Veloc (m/s)	Q cond (m <sup>3</sup> /s)	tv tramo (min)	Relac área	Relac y
C01	0.001	1.38	1.22	1.11	0.61	1.12	3.08	0.36	1.24	1.378	0.0	95%	91%
C02	0.001	0.75	1.07	0.74	0.54	0.66	2.10	0.32	1.13	0.748	0.0	74%	69%
C03	0.001	0.12	0.61	0.33	0.31	0.16	1.02	0.16	0.72	0.118	0.0	56%	55%
C04	0.001	0.20	0.61	0.48	0.31	0.25	1.33	0.19	0.79	0.195	0.0	84%	79%
C05	0.001	0.17	0.61	0.43	0.31	0.22	1.21	0.18	0.78	0.171	0.0	75%	70%
C06	0.001	0.08	0.45	0.32	0.23	0.12	0.89	0.13	0.63	0.076	0.0	75%	70%
C07	0.001	0.12	0.61	0.33	0.31	0.16	1.01	0.16	0.72	0.117	0.0	56%	54%
C08	0.001	0.23	0.76	0.44	0.38	0.27	1.31	0.21	0.85	0.231	0.0	60%	58%
C09	0.001	0.64	1.07	0.66	0.54	0.58	1.93	0.30	1.09	0.635	0.0	65%	62%
C10	0.001	0.29	0.76	0.52	0.38	0.33	1.48	0.22	0.89	0.295	0.0	73%	68%
C11	0.001	0.02	0.3	0.16	0.15	0.04	0.50	0.08	0.45	0.017	0.0	55%	54%
C12	0.001	0.50	0.91	0.65	0.46	0.50	1.83	0.27	1.02	0.505	0.0	76%	71%
C13	0.001	1.38	1.22	1.11	0.61	1.12	3.08	0.36	1.24	1.378	0.0	95%	91%
C14	0.001	0.47	0.91	0.62	0.46	0.47	1.76	0.27	1.01	0.474	0.0	72%	68%
C15	0.001	0.37	0.76	0.64	0.38	0.40	1.75	0.23	0.92	0.371	0.0	89%	84%
C16	0.001	0.68	1.07	0.69	0.54	0.61	1.99	0.31	1.11	0.678	0.0	68%	64%
C17	0.001	0.55	0.91	0.70	0.46	0.53	1.94	0.28	1.03	0.550	0.0	82%	77%

De la tabla anterior se puede concluir que para gastos correspondientes a un Tr de 10 años se necesitan diámetros de tubería desde 0.30 m hasta 1.22 m para poder desalojar el agua acumulada en las zonas o cuencas sin salida propia.



Ilustración 48. Inundaciones.

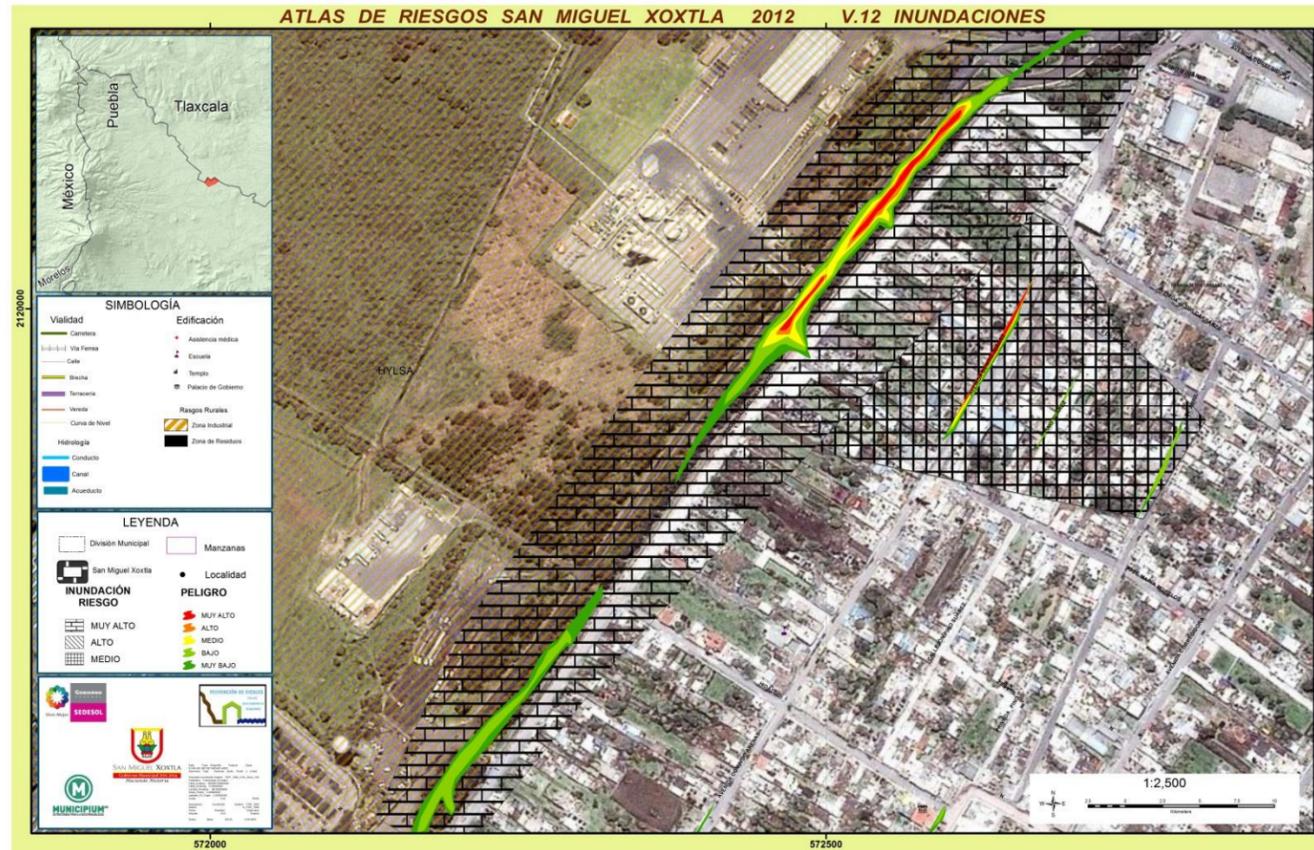


Ilustración 49. Inundaciones.

## CONCLUSIONES

En la zona de estudio existen muy bajo peligro de inundaciones en las 17 cuencas cerradas localizadas en la zona de estudio; sin embargo, se recomienda la construcción de sistemas de drenaje con tubería de concreto para la evacuación de los volúmenes de agua acumulada en estas cuencas para Tr de 10 años, especialmente en las zonas bajas de la cabecera municipal.

Aun con una topografía favorable para el desalojo de los escurrimientos superficiales, es necesario realizar un estudio, análisis y diseño de un sistema de drenaje pluvial de toda la zona, en el que se pueda proponer sistemas de drenaje superficial o subterráneo, para evitar en la medida de lo posible, inundaciones o encharcamiento de aguas, que a futuro provén infecciones sanitarias.



Ilustración 50 . Granizada en San Miguel Xoxtla. Fuente: Reporte del Clima en México, CONAGUA, 2011.

### 5.2.7. MASAS DE AIRE (GRANIZO, HELADAS Y NEVADAS)

Otro fenómeno que provoca precipitaciones en la zona de estudio, es el desplazamiento de masas y frentes de aire fríos que provienen de las zonas polares, forman las llamadas tormentas de invierno, este tipo de fenómenos se presentan esporádicamente en la región. Para los fines de este Atlas de riesgos, las masas de aire y sistemas frontales se estudiarán de la siguiente manera: granizadas, heladas y nevadas.

#### GRANIZADAS

El granizo es la precipitación de agua en estado sólido, en forma de granos de hielo de diversos tamaños que afectan a la población. En la zona de estudio urbana el granizo se acumula y provoca una obstrucción del paso del agua y genera inundaciones durante algunas horas, esto se debe principalmente a limitaciones en las redes de alcantarillado, sin embargo, las mayores afectaciones se dan en las viviendas que tienen techumbres con materiales endebles que por el peso se desestabilizan y caen. En la zona agrícola puede llegar a dañar las cosechas.

Este fenómeno se presenta esporádicamente en el Municipio, cabe señalar que de acuerdo a los registros del último año, únicamente se observaron dos días con granizo en la estación meteorológica cercana al Municipio.

Tabla 51. Días con Granizo en las Estaciones Meteorológicas													
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
GRANIZO	0	0	0	0.1	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0	0	2.5
AÑOS CON DATOS	41	43	41	43	43	42	44	44	45	45	45	42	

Fuente: Elaboración propia con base en SMN

Con base en la información de las estaciones meteorológicas de la zona se determinó el nivel de peligro en área de estudio, lo cual muestra que el Municipio se ubica una zona con peligro medio, debido a que los registros muestran una frecuencia de entre 4 a 8 granizadas al año, que si bien no es un número elevado, representa un peligro medio al poder afectar cosechas y viviendas endebles, particularmente en la parte comprendida entre la calle Juárez y la planta acerera.



Con base en la información de las estaciones meteorológicas se identifico que durante los meses de noviembre a febrero se presenta este fenómeno, siendo también durante este periodo cuando se experimentan las temperaturas diarias más bajas que llegan a descender hasta  $-3.5^{\circ}\text{C}$ .

En San Miguel Xoxtla este tipo de eventos provoca daños principalmente a las cosechas, en la infraestructura y equipamientos construidos con materiales de construcción adecuados no se detectan daños, para el caso de las viviendas, la gran mayoría no se afectan, pero si pueden presentar daños aquellas que están construidas con materiales poco estables como los techos y paredes de lámina o madera. En la población los efectos se pueden ver reflejados en enfermedades respiratorias, principalmente en la población de escasos recursos.

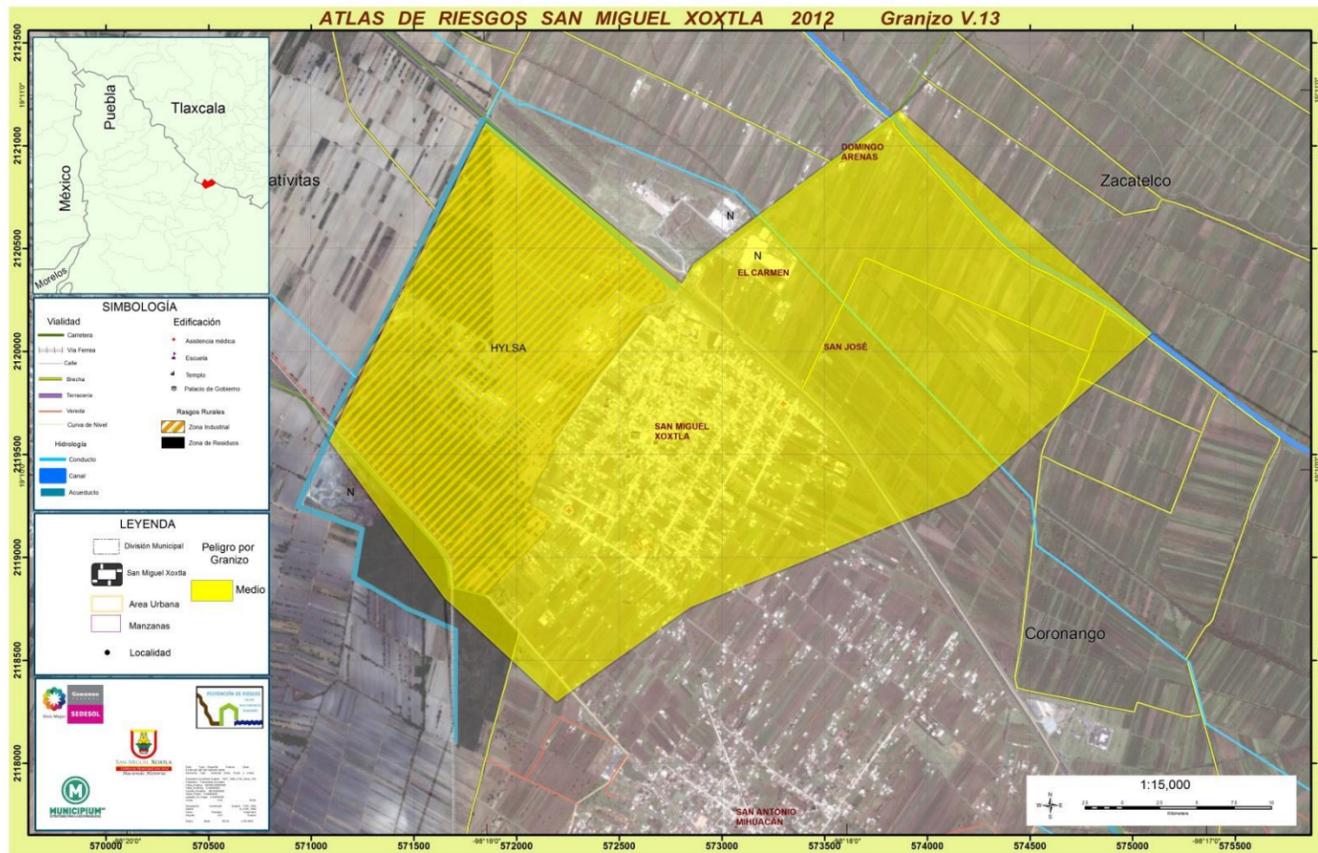
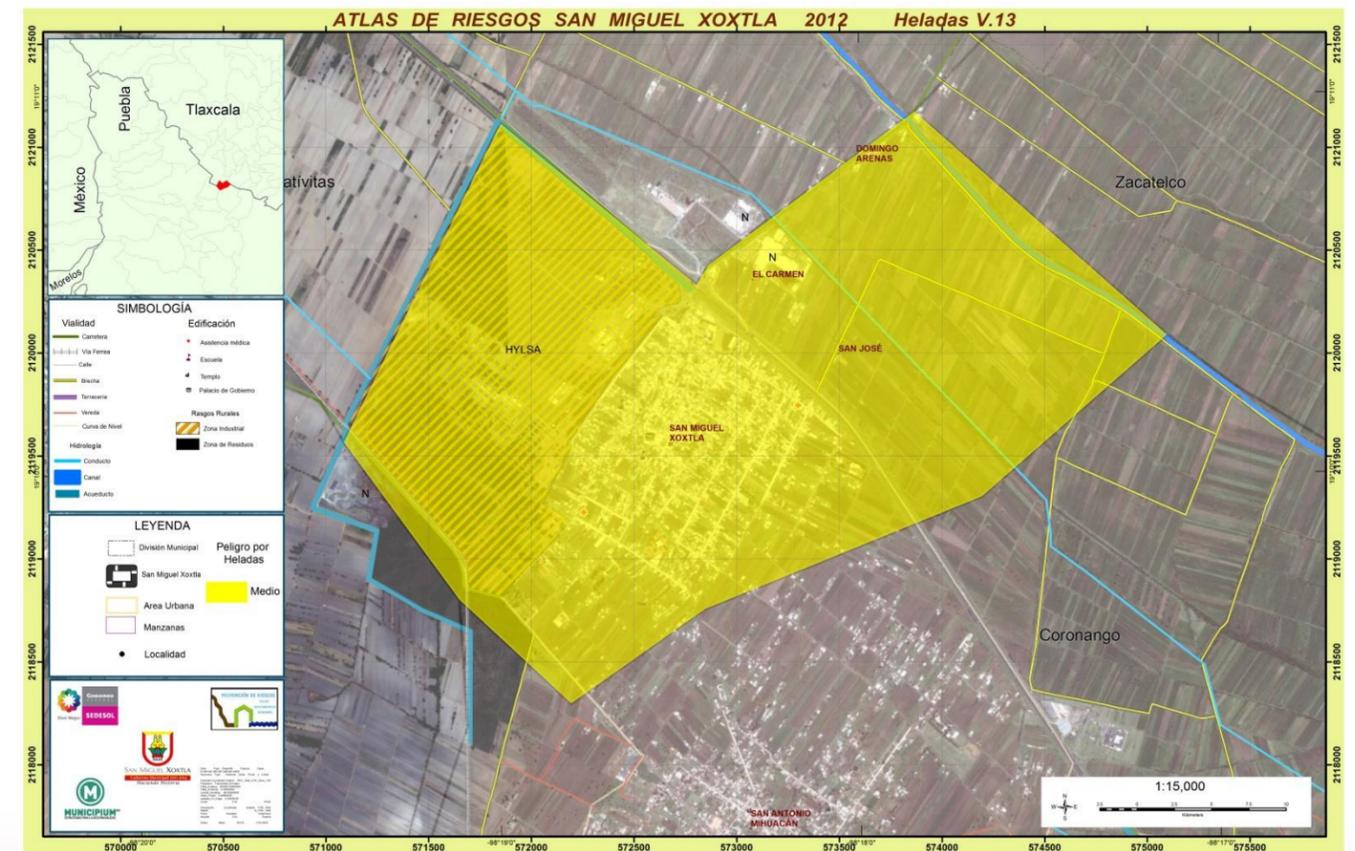


Ilustración 51. Nivel de Peligro (medio) por Granizadas. Fuente: Elaboración propia con base en SMN



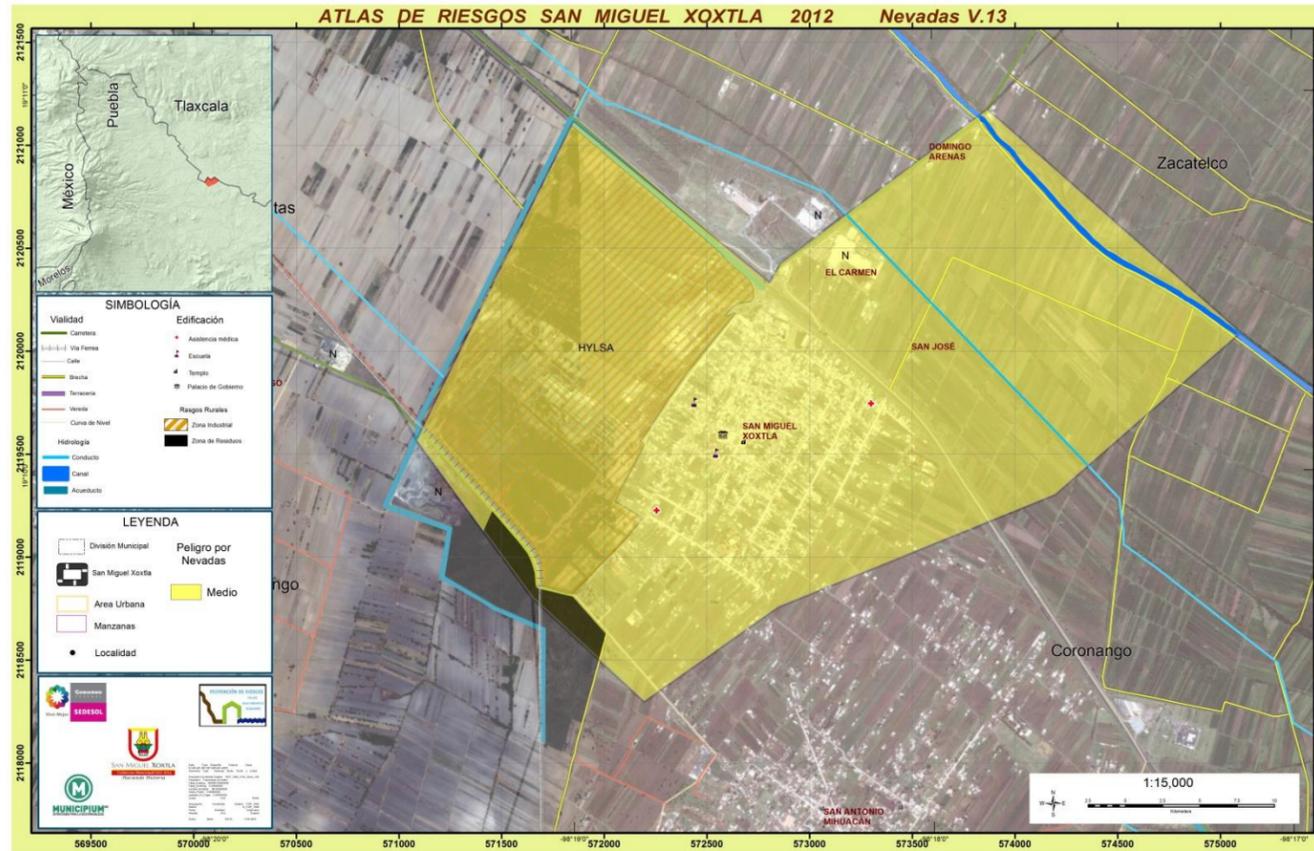
## HELADAS Y NEVADAS

Una helada es un evento de origen meteorológico que ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0 grados centígrados o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas.

El peligro de heladas depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella, en esta zona del país la presencia de heladas es importante, de acuerdo con datos del Instituto de Geografía de la UNAM, al Norte del Municipio se experimentan hasta 25 a 50 heladas anuales.



Ilustración 52. Nivel de Peligro (medio) por Heladas. Fuente: Elaboración propia con base en Instituto de Geografía de la UNAM.



- La peligrosidad o amenaza se refiere al potencial peligroso que tienen los fenómenos naturales (espontáneos o manipulados técnicamente), potencial inherente al fenómeno mismo. Una forma de manejar la peligrosidad es conocerla.
- La vulnerabilidad está definida por las condiciones socioeconómicas previas a la ocurrencia del evento catastrófico y la capacidad de hacerle frente. Los niveles de organización e institucionalización de los planes de mitigación (preparación, prevención, recuperación) también son un componente central de la vulnerabilidad. Desde este punto de vista, la vulnerabilidad está directamente asociada al desarrollo.
- La exposición se refiere a la distribución de lo que es “potencialmente” afectable, la población y los bienes materiales “expuestos” al fenómeno peligroso. Es una consecuencia de la interrelación entre peligrosidad y vulnerabilidad, y -a la vez- incide sobre ambas. Esta componente se expresa territorialmente como construcción histórica que entrelaza los procesos físico-naturales con las relaciones socioeconómicas, configurando determinados usos de suelo y distribución de infraestructura, asentamientos humanos, servicios públicos, etc.- (C. Natenzon, op. cit.).
- La incertidumbre se relaciona con las limitaciones en el estado del conocimiento y las indeterminaciones en cuanto a competencias institucionales y aspectos normativos (incertidumbre social); al mismo tiempo, estas limitaciones y la complejidad del fenómeno en cuestión impiden el manejo de la totalidad de las variables involucradas, impregnando de incertidumbre los procesos de toma de decisiones.

### 5.3 Vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad social se plantea un marco conceptual que relaciona la cuestión de los desastres con el riesgo y sus componentes.

Tomar como marco una Teoría Social del Riesgo para el análisis de las catástrofes, amplía necesariamente el campo de análisis, en el que habitualmente sólo se pone el énfasis en los aspectos físico-naturales desencadenantes y en la magnitud del daño producido en cada caso. El hecho de conceptualizar al riesgo en los términos mencionados, permite dar cuenta de otras dimensiones, cuya consideración permitiría lograr una disminución de las consecuencias catastróficas.

Se pueden identificar cuatro dimensiones íntimamente relacionadas entre sí (C. Natenzon, 1995):

De las cuatro dimensiones, las más estudiadas son la peligrosidad o amenaza (por las ciencias físicas y naturales) y la exposición (en su expresión más corriente, como distribución de usos del suelo).

Se ha tomado una metodología cuali-cuantitativa, cuya expresión final será, en parte, la aplicación de un índice que permita un análisis diagnóstico de la vulnerabilidad para áreas territoriales y riesgos específicos.

La vulnerabilidad

Por *vulnerabilidad* se entiende las características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural. Implica una combinación de factores que determinan el grado hasta el cual la vida y la subsistencia de alguien quedan en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad.



Algunos grupos de la sociedad son más propensos que otros al daño, pérdida y sufrimiento en el contexto de diferentes amenazas. Las características claves de estas variaciones de impacto incluyen clase, casta, etnicidad, género, incapacidad, edad o estatus. Aunque el concepto de vulnerabilidad claramente incluye diferentes magnitudes, desde niveles altos hasta bajos de vulnerabilidad para gente diferente, nosotros utilizamos el término para significar aquellos que son más vulnerables. (Blaikie et al. 1996)

La vulnerabilidad tiene incorporada una dimensión temporal. Como se trata de daño a los medios de vida y no sólo a la vida y propiedad lo que está en peligro, los grupos más vulnerables son aquellos que también tienen máxima dificultad para reconstruir sus medios de subsistencia después del desastre.

Altos niveles de vulnerabilidad implican un serio resultado en eventos peligrosos, pero son una compleja combinación tanto de las cualidades de las amenazas implícitas como de las características de la población. Así, desde esta perspectiva, la "...vulnerabilidad es un término relativo y específico, que siempre implica una vulnerabilidad a una amenaza particular" (P. Blaikie et. al, op. cit, 93).

El estudio de la vulnerabilidad puede aportar al mejoramiento de situaciones estructurales, no busca resolverlas, ya que esto escapa al nivel de análisis y al alcance de la gestión de riesgos. En cambio, se trata de considerar la vulnerabilidad en relación con las fases de gestión del "continuo del desastre" -prevención, preparación, respuesta, rehabilitación y reconstrucción- (A. Lavell, 1996).

Se considera a las catástrofes como actualización del riesgo, en el antes, en el durante y en el después del desastre, las condiciones concretas en las que cada grupo se puede preparar o reconstruir son muy diferentes. Quienes son potencialmente afectables comparten algunas características definidas tanto desde la exposición (aspectos territoriales y materiales) como desde la vulnerabilidad (aspectos económicos, culturales y políticos).

#### CONSTRUCCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para construir el índice de vulnerabilidad se revisaron diversas propuestas teóricas, se encontró que la vulnerabilidad es un concepto en construcción por lo que entre los investigadores que lo analizan no hay un acuerdo en los indicadores que se utilizan, sin embargo existe n coincidencias.

Después de comparar y analizar las metodologías se ha retomada la propuesta por investigadores del IMTA en el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica.

El índice de vulnerabilidad implica el desarrollo de tres niveles de acercamiento: A) características socio económicas de la población, B) capacidad del municipio en materia de prevención y respuesta ante diversas contingencias y C) la percepción local del riesgo que tiene la población

Con la información del ITER 2010 y CONAPO se seleccionaron lo indicadores siguiendo la propuesta de CENAPRED

Componente	Porcentaje asignado
Características socio económicas	50
Capacidad de prevención y respuesta	25
Percepción local del riesgo	25
Total	100

Fuente: evaluación de la vulnerabilidad física y social , CENAPRED (2006)

El apartado características socio económicas se abordo con diferentes indicadores agrupados en cinco categorías: salud, educación, vivienda, empleo e ingresos y población

El segundo apartado está dirigido a la capacidad de prevención, respuesta y mitigación por parte de las autoridades y de la población del municipio

El tercer componente la percepción local del riesgo es el tercer componente, este se refiera a como la población asume su postura ante amenazas que existen en la comunidad y su grado de exposición

El grado de vulnerabilidad se establece en una escala de niveles, en donde 0 es el más bajo y 1 el nivel más alto. Para su clasificación se crearon 5 rangos que permite determinar el grado de vulnerabilidad

Valor de la vulnerabilidad	Grado de vulnerabilidad social
De 0 a .20	Muy Bajo
De .21 a .40	Bajo
De .41 a .60	Medio
De .61 a .80	Alto
Más de .80	Muy Alto

Tema	Indicadores	Fuente
------	-------------	--------



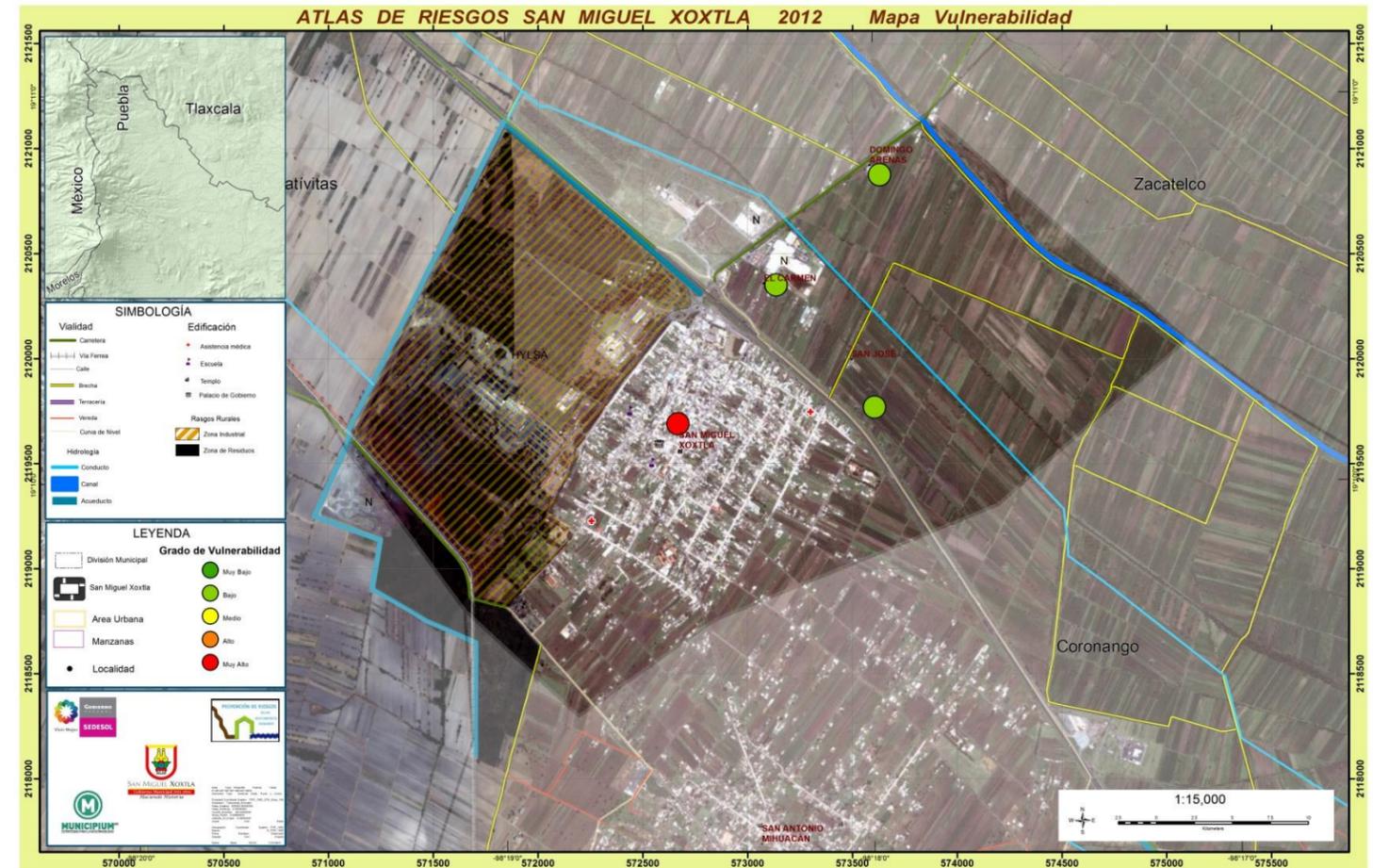
SAN MIGUEL XOXTLA  
Gobierno Municipal 2011-2014

Salud	% población no derecho habiente	CONAPO
Educación	% de Analfabetismo	INEGI
	Grado promedio escolar	INEGI
Vivienda	% de viviendas sin agua entubada	INEGI
	% de viviendas sin drenaje	INEGI
	% de viviendas con piso de tierra	CONAPO
Empleo	% de PEA	CONAPO
Población	Densidad de población	INEGI
	% de población con habla indígena	INEGI
	% de jefas de familia	INEGI

Fuentes INEGI (2012) ITER 2010, índice de grado de marginación 2010 (CONAPO)

Se creó una pequeña base de datos con las localidades del municipio y se integraron en un SIG (Sistema de información geográfica), el cual nos dio 5 rangos por corte natural a los cuales se les asignaron las características de Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. En la cartografía se puede apreciar el grado de marginación que existe en el municipio por el color que se asigno para cada rango.

Se utilizó la metodología de rompimiento natural para representar los datos porque es la que mejor muestra la diversidad municipal en cuanto a la vulnerabilidad





ANEXO

Tabla de Población con limitantes

Tabla 52. Población con limitantes de San Miguel Xoxtla												
LO C	AGE B	MZ A	POBT OT	Población con limitación en la actividad	Población con limitación para caminar o moverse, subir o bajar	Población con limitación para ver, aún usando lentes	Población con limitación para hablar, comunicarse o conversar	Población con limitación para escuchar	Población con limitación para vestirse, bañarse o comer	Población con limitación para poner atención o aprender cosas sencillas	Personas con dificultad o con alguna limitación mental.	Población sin limitación a la actividad
LO C	AGE B	MZ A	POBT OT	PCON_LIM	PCLIM_MOT	PCLIM_VIS	PCLIM_LENG	PCLIM_AUD	PCLIM_MOT2	PCLIM_MEN	PCLIM_MEN2	PSIN_LIM
0000	0000	000	11598	464	257	143	38	57	22	10	35	10923
0001	0000	000	11269	453	250	141	36	57	22	10	35	10612
0001	0034	000	4332	202	111	70	20	28	13	7	18	4061
0001	0034	001	72	3	*	0	0	0	0	0	0	66
0001	0034	002	247	16	12	8	*	5	*	0	*	230
0001	0034	003	185	7	5	*	0	*	0	0	*	175
0001	0034	004	84	0	0	0	0	0	0	0	0	79
0001	0034	005	269	6	*	*	3	*	0	*	0	263
0001	0034	006	554	11	3	7	*	*	*	0	*	513
0001	0034	007	103	7	5	*	*	*	0	0	0	93
0001	0034	008	387	29	13	11	*	6	0	0	*	358
0001	0034	009	238	9	5	*	0	*	0	0	0	222
0001	0034	012	275	11	9	0	*	*	0	0	*	256
0001	0034	013	110	6	5	*	*	*	*	0	*	103
0001	0034	014	184	4	3	*	0	0	0	0	0	180
0001	0034	017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0034	018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0034	019	129	3	*	0	0	*	0	*	0	126
0001	0034	022	153	11	6	7	0	*	0	*	0	142
0001	0034	023	18	0	0	0	0	0	0	0	0	18
0001	0034	025	86	3	*	*	0	0	0	0	0	83
0001	0034	028	22	0	0	0	0	0	0	0	0	22
0001	0034	029	75	6	4	3	0	0	0	0	0	69
0001	0034	030	211	6	*	*	*	*	0	0	0	204
0001	0034	038	64	5	*	0	0	*	*	0	3	58

0001	0034	040	36	0	0	0	0	0	0	0	0	36
0001	0034	041	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25
0001	0034	042	159	14	6	3	*	*	0	*	*	145
0001	0034	045	52	3	*	*	*	0	*	*	*	49
0001	0034	046	29	4	*	4	0	0	0	0	0	25
0001	0034	047	76	9	5	3	0	0	0	0	*	66
0001	0034	050	34	*	*	0	0	*	0	0	0	32
0001	0034	051	60	3	3	*	0	0	0	0	0	57
0001	0034	052	40	*	0	0	*	0	0	0	0	39
0001	0034	053	36	0	0	0	0	0	0	0	0	36
0001	0034	054	29	3	*	*	*	0	*	*	0	26
0001	0034	055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0034	056	38	*	*	*	0	0	0	0	0	36
0001	0034	057	74	7	5	*	*	0	*	0	*	64
0001	0034	058	29	0	0	0	0	0	0	0	0	29
0001	0034	059	23	*	*	*	*	*	*	0	0	21
0001	0034	060	80	7	3	3	0	0	*	0	*	71
0001	0034	061	22	*	*	0	0	0	0	0	0	21
0001	0034	062	24	*	0	0	0	0	0	0	*	23
0001	0049	000	6937	251	139	71	16	29	9	3	17	6551
0001	0049	001	272	4	3	*	*	0	0	0	0	262
0001	0049	002	290	*	*	0	0	0	0	*	0	284
0001	0049	003	262	7	6	0	0	0	0	0	*	253
0001	0049	004	171	*	*	0	0	0	0	0	0	160
0001	0049	005	202	7	6	0	0	*	*	0	0	195
0001	0049	006	197	15	6	9	*	*	0	0	*	179
0001	0049	007	187	4	4	0	0	0	0	0	0	182
0001	0049	008	165	6	*	4	*	*	0	0	0	158
0001	0049	009	212	9	5	0	*	*	0	0	3	203
0001	0049	010	153	3	*	*	0	0	0	0	0	149
0001	0049	011	72	4	*	3	0	*	0	0	0	68
0001	0049	012	278	12	10	3	0	*	0	0	0	265
0001	0049	013	62	3	*	*	0	0	0	0	*	59
0001	0049	014	39	0	0	0	0	0	0	0	0	39
0001	0049	015	156	9	5	*	*	3	*	0	0	144
0001	0049	016	210	12	3	6	0	*	*	0	*	195
0001	0049	017	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
0001	0049	018	199	20	8	10	0	*	*	0	0	176



0001	0049	020	194	7	4	*	0	*	*	0	0	167
0001	0049	021	368	16	9	4	*	*	0	0	0	335
0001	0049	022	119	6	3	3	0	*	0	0	0	113
0001	0049	023	245	7	3	3	*	*	0	0	0	235
0001	0049	029	65	3	*	*	0	0	0	0	*	62
0001	0049	030	157	6	*	*	0	0	0	*	*	151
0001	0049	031	232	10	4	3	0	0	0	0	3	217
0001	0049	033	151	5	*	*	0	*	0	0	0	139
0001	0049	034	15	*	*	0	0	0	0	0	0	11
0001	0049	035	35	*	*	*	0	0	0	0	0	33
0001	0049	036	320	4	*	0	0	3	0	0	0	312
0001	0049	037	86	8	7	*	0	0	0	0	*	75
0001	0049	039	97	5	3	0	*	*	0	0	0	92
0001	0049	040	173	10	5	*	*	*	*	0	0	162
0001	0049	045	65	*	*	0	0	0	0	0	0	64
0001	0049	046	41	3	3	*	*	0	0	0	0	38
0001	0049	047	13	*	0	0	*	0	0	0	0	12

0001	0049	048	31	*	*	0	0	0	0	0	0	30
0001	0049	049	301	3	*	*	0	0	0	*	0	297
0001	0049	050	31	*	*	0	0	0	0	0	0	29
0001	0049	051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0049	052	65	*	*	0	0	*	0	0	0	63
0001	0049	053	52	3	*	0	*	0	0	0	0	49
0001	0049	054	137	4	*	*	0	0	*	0	*	133
0001	0049	056	154	*	*	0	0	0	0	0	0	146
0001	0049	057	67	*	*	0	0	0	0	0	*	64
0001	0049	058	135	4	3	0	0	0	0	0	*	130
0001	0049	059	25	0	0	0	0	0	0	0	0	25
0001	0049	060	109	*	*	*	0	*	0	0	0	94
0001	0049	061	176	8	8	4	*	0	*	0	0	163
0001	0049	062	150	4	*	*	0	0	0	0	*	138

Principales datos por AGEB y Manzana Urbana. INEGI 2010. Censo de población y vivienda. DISCAPACIDAD

# Anexo Cartográfico